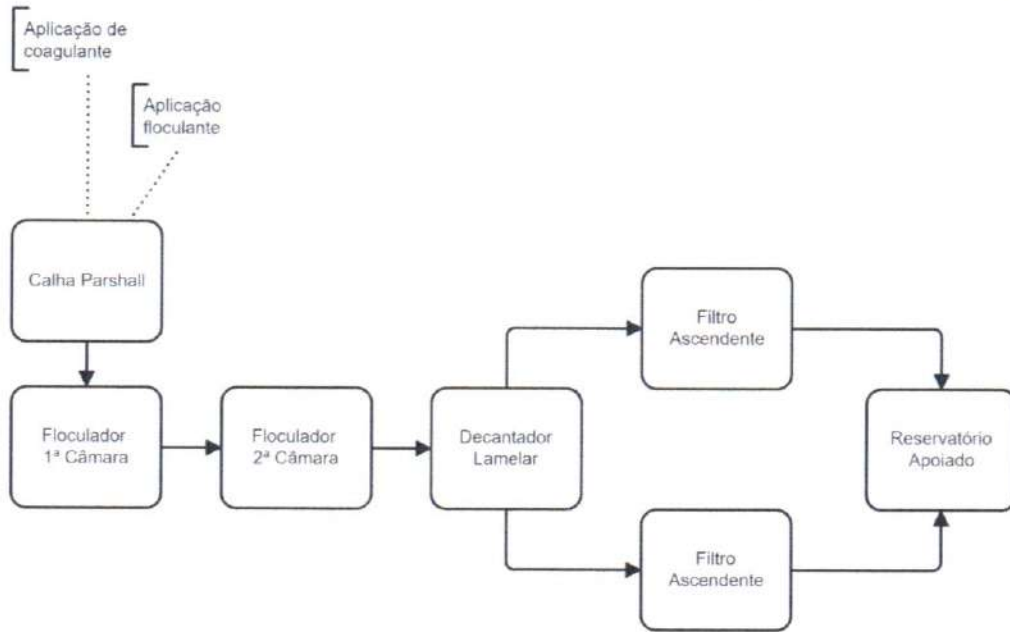




O fluxograma a seguir ilustra as principais etapas do processo de tratamento de água convencional.

Figura 5: Fluxograma simplificado do sistema de tratamento de água convencional



Etapas do processo de tratamento

- **Mistura Rápida**

A etapa de mistura rápida será realizada por meio da calha parshall, que será instalada antes do floculador.

Segundo Di Bernardo (2008) os misturadores nas ETA's são utilizados para duas finalidades:

- I) Misturar os produtos químicos na água bruta para que ocorra a floculação;
- II) Mistura lenta encarregada de agregar as partículas desestabilizadas com o intuito de formar flocos.

O misturador hidráulico será fabricado em fibra de vidro com orifício central de 75 mm para proporcionar um gradiente de 812,64 s⁻¹. Esse gradiente proporcionará a mistura dos produtos químicos que auxiliam na coagulação e floculação. A mistura da solução de coagulante ocorre, com grande intensidade, na zona de máxima deflexão. Esse tipo de misturador hidráulico ocupa pouco espaço em planta.

A aplicação dos produtos químicos será realizada por meio de bombas dosadoras dimensionadas com a capacidade ideal para garantir uma aplicação eficiente do coagulante e



floculante utilizado na ETA. Essas bombas dosadoras são automatizadas e equipadas com um quadro de acionamento, permitindo um controle preciso e automatizado da dosagem de produtos químicos. A injeção desses produtos ocorrerá antes do ponto de mistura rápida, contribuindo para a eficácia do tratamento de água na estação.

A vazão das bombas dosadoras foi calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$Q_{dosadora} = \frac{Q_s * C}{10 * C_s}$$

Onde:

$Q_{dosadora}$ = Vazão da bomba dosadora, em L/h;

Q_s = Vazão do sistema, em m³/h;

C = Concentração do coagulante/ floculante, em g;

C_s = Concentração Solução, em %.

DOSAGEM DO COAGULANTE POLICLORETO DE ALUMINIO

Q_d - vazão dosadora em l/s

C % Percentual de conc. dosagem mg/l adotado 25

% percentual de proporção para dosagem adotado 3

Q_s = Vazão do sistema em m³/h 19,99

$$Q_d = \frac{Q_s \times C}{10 \times \%}$$

$$Q_d = \frac{19,99 \times 25}{10 \times 3}$$

$$Q_d = \boxed{16,66 \text{ l/h}}$$

VAZÃO ADOTADO PARA BOMBA DOSADORA ATÉ 20 L/H, PRESSÃO DE SERVIÇO DE 2 BAR

VOLUME DO TANQUE

Para o volume do tanque usa-se o tempo de uso dia 16 horas multiplica pela vazão da dosadora

$$V = 16,656$$

$$V = 266,490$$

VOLUME ADOTADO $\boxed{500 \text{ LITROS}}$



DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE DOSAGEM DE PRODUTO QUIMICO DOSAGEM DE POLIMERO

Qd- vazão dosadora em l/s

C % Percentual de conc. dosagem mg/l adotado 3

% percentual de proporção para dosagem adotado 1

Qs= Vazão do sistema em m³/h 19,99

$$Qd = \frac{Qs \times C \text{ mg/l}}{10 \times \%}$$

$$Qd = \frac{19,99 \times 3}{10 \times 1}$$

$$Qd = \boxed{5,99 \text{ l/h}}$$

VAZÃO ADOTADO PARA BOMBA DOSADORA ATÉ 10 L/H, PRESSÃO DE SERVIÇO DE 2 BAR

VOLUME DO TANQUE

Para o volume do tanque usa-se o tempo de uso dia 16 horas multiplica pela vazão da dosadora

$$V = 5,996$$

$$V = 95,936$$

$$\text{VOLUME ADOTADO} \quad \boxed{250 \text{ LITROS}}$$

Essa fórmula é utilizada para determinar a vazão necessária das bombas dosadoras com base nas características do sistema e nas concentrações dos produtos químicos a serem dosados, garantindo assim a dosagem adequada para o tratamento da água.

• **Coagulação**

Na situação atual, adotou-se um tanque de dosagem com um volume de 500 litros, otimizando a operação. Com base nos cálculos, resulta em um volume diário de solução de 266,49 litros a ser utilizado como coagulante. Para essa aplicação, é necessário utilizar uma bomba que opere em bateladas, com uma pressão mínima de 2,0 bar e uma vazão de até 20 litros por hora (l/h). Essas características da bomba são compatíveis com a demanda exigida.

Além disso, para agitar e dissolver a solução de coagulante, será instalado um compressor de ar. A mistura rápida será realizada através de uma torre com vertedouro, que será posicionada antes do floculador, após o ponto de dosagem do coagulante, conforme indicado



acima. Isso garantirá a eficácia na distribuição do coagulante na água bruta, otimizando o processo de tratamento.



CONSUMO DE COAGULANTE PARA FUNCIONAMENTO DE 16 HORAS

Volume do Tanque	500	litros
Percentual Concentração	3,0	conce %
Tempo de Funcionamento	16	horas
Vazão da dosagem	16,66	l/h
Concentração da aplicação coagulante	25	mg/l

Faixas de Consumo coagulante	Consu. Hora	0,500	mg
	Consu. Dia	7,995	kg
	Consu. Mês	239,841	kg

Consumo teórico Máximo de coagulante do sistema 239,84 kg / mês, indica-se levar 10% a mais de coagulante

CONSUMO DE COAGULANTE PARA FUNCIONAMENTO DE 16 HORAS

Volume do Tanque	150	litros
Percentual Concentração	1,0	conce %
Tempo de Funcionamento	16	horas
Vazão da dosagem	6,00	l/h
Concentração da aplicação coagulante	3	mg/l

Faixas de Consumo coagulante	Consu. Hora	0,060	mg
	Consu. Dia	0,959	kg
	Consu. Mês	28,781	kg

• Floculação

A floculação é a operação que sucede a mistura rápida e consiste no agrupamento das partículas desestabilizadas, de modo que formem aglomerados maiores denominados flocos, susceptível de remoção nas unidades seguintes.

Nesta unidade as impurezas presentes na água são agrupadas pela ação do coagulante, em partículas maiores (flocos) que possam ser removidas pelo processo de decantação. Os reagentes utilizados são denominados de coagulantes. Na coagulação ocorre o fenômeno de agrupamento das impurezas presentes na água e, na floculação, a produção efetiva de flocos.

Para o sistema, foi projetado um floculador hidráulico de fluxo vertical fabricado em PRFV com aberturas internas, dimensionado para criar o gradiente ideal de floculação. Esse



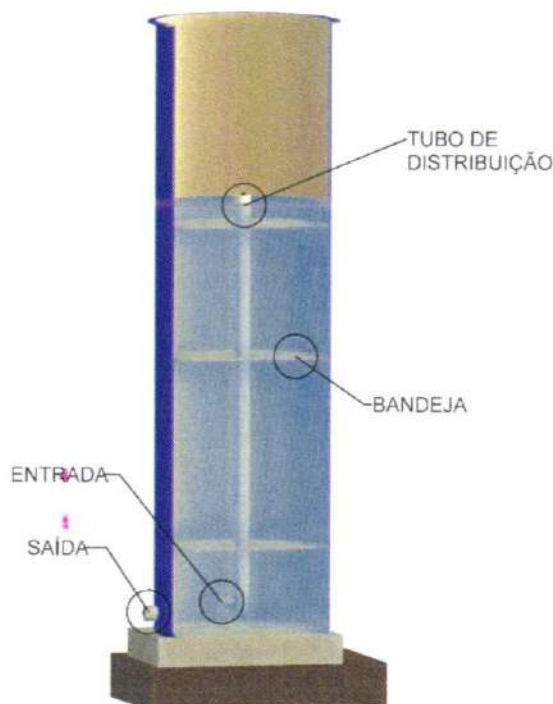
floculador consistirá em 2 câmaras em série, cada uma com 3 células e dimensões de 1,20 metros de diâmetro por 4,20 metros de altura.

Para garantir uma floculação adequada, os gradientes de velocidade adotados no projeto estão de acordo com a NBR 12.216/92, que rege os projetos de estações de tratamento de água. Esses gradientes de velocidade estão dentro da faixa recomendada, que varia entre 70 s^{-1} e 10 s^{-1} , com um tempo de detenção hidráulica de 28,52 minutos. Desta forma, a unidade está em conformidade com os parâmetros hidráulicos exigidos para o seu perfeito funcionamento, garantindo uma floculação eficiente durante o processo de tratamento de água.

Tabela 8: Resumo do floculador hidráulico de fluxo vertical.

Floculador	DN	QNT de placas	Espaçamento			DN dos orifícios	Gradiente (s^{-1})		
Câmara 01	1,20	3,0 unid.	0,90	1,10	1,40	40,00 mm	60,23	45,66	34,55
Câmara 02	1,20	3,0 unid.	1,40	0,90	1,30	40,00 mm	26,29	19,44	10,99

Figura 6: Croqui demonstrativo floculador





FL. 21
MORADA NOVA - CE
Licitação

- **Decantação**

A decantação lamelar é um processo natural de separação de sólidos suspensos, considerado de alta taxa, pois utiliza forças gravitacionais para separar partículas de densidade superior à água. Trata-se de um processo dinâmico de separação, no qual a velocidade de escoamento do fluido influencia na eficiência de deposição das partículas. Esse processo é condicionado, diretamente, pelo tamanho e peso das partículas, bem como pelas características da unidade de sedimentação.

No decantador ocorrerá o processo de separação de partículas sólidas da água, pela ação da gravidade, quando se anula ou diminui a velocidade de escoamento do líquido, propiciando a sedimentação dessas partículas. Desta forma há a separação efetiva dos flocos.

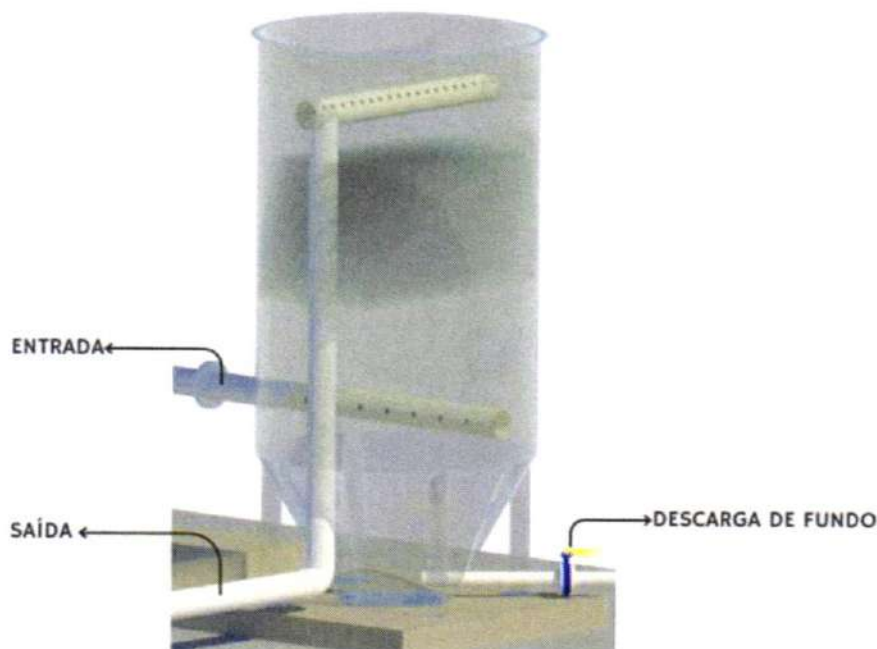
Para o sistema, foi projetado um decantador de alta taxa com fluxo ascendente. O decantador será fabricado em PRFV (Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro) com um diâmetro de 2,50 metros e uma altura de 4,20 metros. Esse decantador é composto por módulos de decantação, os quais são formados por perfis tubulares no modelo "Macho e Fêmea". Esses perfis são fabricados em PVC rígido, com dimensões nominais de 50 x 90 x 1000 mm e uma espessura mínima de 1,50mm. Os perfis são cortados nas duas extremidades com um ângulo de 60°.

Nessa unidade, a água segue um fluxo ascendente, passando pelos módulos de decantação. A utilização desses módulos proporciona um desempenho superior no processo de decantação, permitindo uma separação eficiente das partículas sólidas da água.

O dimensionamento do decantador foi realizado de acordo com as especificações da NBR 12.216/92, que estabelece diretrizes para decantadores de alta taxa. Conforme recomendações da norma, o decantador foi projetado de modo a possuir um gradiente de entrada igual ou inferior a 20 s-1. Portanto, o decantador contará com um canal de entrada que possui um diâmetro nominal de 250 mm, o que proporcionará um gradiente de 6,96 s-1. Isso garante que o decantador esteja em conformidade com os padrões estabelecidos, garantindo seu desempenho adequado no processo de tratamento de água.



Figura 7: Croqui demonstrativo decantador lamelar



A remoção hidráulica do lodo acumulado será realizada por meio de pontos de coleta de lodo com diâmetro de 150 mm, localizados na parte inferior do poço. Esses pontos de coleta foram específicos com um fundo inclinado, com um ângulo de 60° em relação ao plano horizontal, seguindo a forma de um tronco de pirâmide. O poço destinado ao armazenamento de lodo foi dimensionado com uma capacidade total de 3,51 metros cúbicos (m^3).

A utilização de perfis tubulares e laminados em decantadores tem como efeito a eliminação da formação de turbulências e a redução do gradiente de velocidades no fluxo da água. Isso ocorre porque esses perfis inibem a formação de correntezas e caminhos preferenciais, garantindo uma decantação mais eficaz e controlada, com uma distribuição uniforme da água no decantador. Isso contribui para a eficiência do processo de tratamento.

Como resultado dessas medidas, a sedimentação é otimizada com uma eficiência específica. Isso propicia uma separação mais eficaz entre a fase líquida e sólida, permitindo uma maior retenção de sólidos no decantador. Essa eficiência na remoção de sólidos ajuda a proteger os filtros, impedindo que essas partículas cheguem até eles. O resultado é um aumento significativo no desempenho dos filtros, garantindo água tratada de alta qualidade e reduzindo a carga de trabalho desses componentes do sistema.



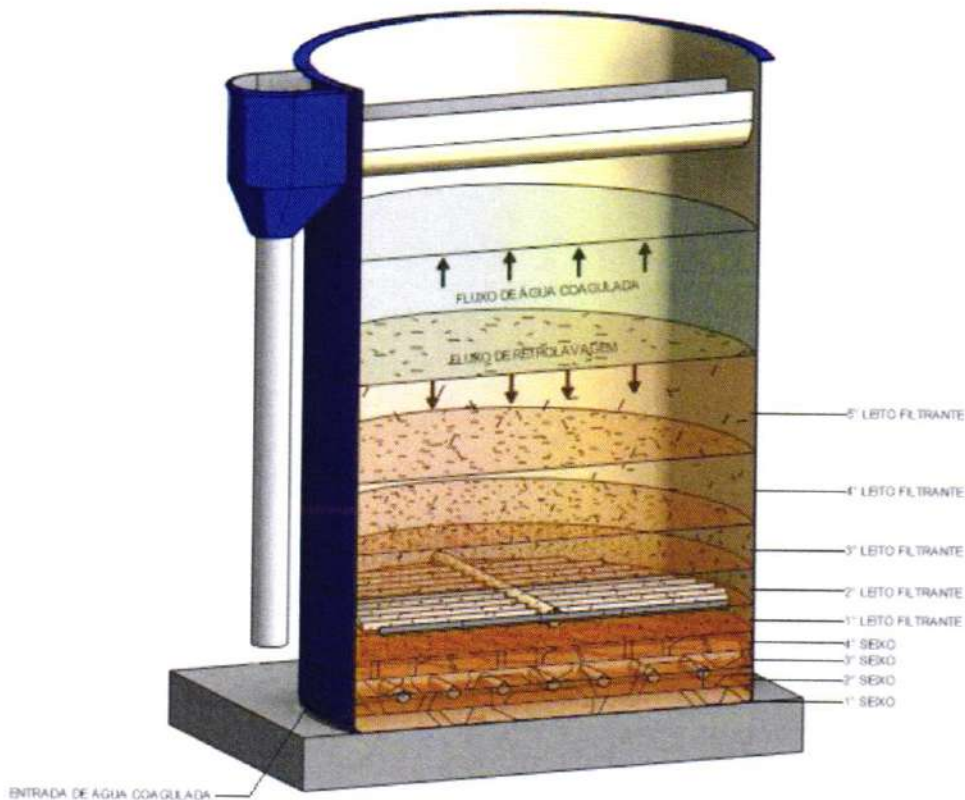
de Licitação
FL. 013
Morada Nova - Ce

- **Filtração**

A filtração consiste na remoção de partículas (suspensas e coloidais, além de micro-organismos) da água que escoar através de um meio poroso. Em geral a filtração é o processo final de remoção de impurezas realizado em uma ETA, portanto, principal responsável pela produção de água com qualidade condizente com o padrão de potabilidade (Di Bernardo e Sabogal Paz, 2008).

Os filtros ascendentes, por sua vez, desempenham um papel crucial na filtração, melhorando ainda mais a qualidade da água. Eles são particularmente eficazes na remoção de pequenas partículas sólidas, uma vez que o material filtrante possui uma granulometria menor, permitindo uma filtração mais fina e garantindo a qualidade necessária na água tratada. A Figura 09 apresenta uma representação esquemática de um filtro ascendente.

Figura 8: Croqui demonstrativo filtro ascendente





O canal de alimentação dos filtros será composto por uma tubulação revestida em PRFV com um diâmetro de **100 mm**. Esse sistema será responsável por distribuir a água uniformemente para os filtros ascendentes. A água clarificada coletada no decantador será introduzida na parte inferior do filtro ascendente e percorrerá a camada do leito filtrante e, em seguida, será direcionada para o reservatório de água filtrada. A espessura da camada de suporte dependerá do tipo de leito filtrante e do sistema de coleta de água filtrada.

A Taxa de Aplicação Superficial (TAS) calculada no filtro descendente foi de **135,72 m³/m²/dia** podendo chegar até 180 m³/m²/dia para filtros de camada simples, o equipamento será útil para filtrar maior parte do sólido dissolvido em suspensão.

Após um período de funcionamento, os filtros precisarão passar pelo processo de lavagem. Nesse sistema, a retrolavagem dos filtros será realizada com o auxílio de um conjunto de moto bomba, com um equipamento operante e outro como reserva. Quando for necessário realizar a lavagem, a passagem de água para o filtro será interrompida, as válvulas que conduzem a água tratada para o reservatório serão fechadas, e a água tratada dos demais filtros será direcionada contra o fluxo de tratamento (descendente) para o filtro que será lavado.

Durante o processo de lavagem, será garantida uma percentagem de expansão do leito filtrante (**entre 20% e 30%, conforme NBR 12.216/92**), de modo a evitar a perda de material filtrante e garantir a remoção de todas as impurezas. A velocidade ascensional durante a lavagem nunca deverá ser inferior a 0,7 cm/min.

Os cálculos detalhados para as lavagens dos filtros estão expressos no Memorial de Cálculo.

A seguir estão os dados resumidos do sistema de filtração apresentados na tabela abaixo:

Tabela 9: Resumo Do Sistema De Filtração.

Diâmetro comercial filtro	1,50	m
Altura do filtro	3,20	m
Altura da camada suporte	0,55	m
Altura da camada leito filtrante	1,6	m
Diâmetro sucção de lavagem	150	mm
Diâmetro Recalque de lavagem	150	mm
Diâmetro sucção de Adução	100	mm
Diâmetro de saída do filtro	100	mm
Calha coleta de água de lavagem	0,3 h x 0,3	m
Vazão de lavagem do filtro	106,03	m ³ /h
Potência do conjunto moto bomba lavagem	5	Cv



Após o processo de filtração, a água tratada será armazenada em um reservatório apoiado com volume de 20 metros cúbicos (m³), suficiente para atender à demanda de vazão necessária para a lavagem dos filtros. A desinfecção da água será realizada pela aplicação de cloro na tubulação de chegada do reservatório elevado. A concentração mínima de cloro aplicado deverá ser de 2 mg/l. O clorador de pastilhas será montado no fuste do reservatório. Recomenda-se que a concentração de cloro na saída do clorador seja superior a 3,5 mg/l para garantir a presença de cloro ativo em todos os pontos da rede de distribuição. Caso a concentração não atinja esse valor, será necessário aumentar a dosagem de cloro para garantir a desinfecção eficaz da água em toda a rede.

f) Reservatórios

Foram projetados três reservatórios, sendo um apoiado (RAP) e dois reservatórios elevados (REL). Cada um desses reservatórios será responsável por um terço da vazão total de consumo, conforme indicado. A construção desses reservatórios requer atenção especial à análise técnica do terreno onde serão implantados. Além disso, é crucial realizar análises de corpo de prova do concreto estrutural dos anéis, a fim de garantir a estabilidade dessas estruturas. É importante observar que as bases dos reservatórios devem estar enterradas a uma profundidade mínima de 1,5 metros abaixo do nível do solo para garantir sua estabilidade.

Para realizar a desinfecção adequada, será instalado um dosador de cloro no barrilete de entrada da adutora de água tratada. Além disso, o acesso aos reservatórios deve ser realizado por meio de uma escada com guarda-corpo metálico, a fim de garantir a segurança durante todas as operações e manutenções necessárias.

Por questões de segurança, o volume adotado do reservatório incluirá uma margem de segurança.

Segue abaixo a tabela com o resumo das características dos reservatórios:

Tabela 10: Resumo das Características dos Reservatórios

Tipo	Quantidade	Material	Diâmetro (m)	Volume (m ³)	Fuste (m)	Altura Útil (m)	Altura Total (m)
REL	02	Anel pré-moldado	3,0	35,00	10,0	4,95	14,95
RAP	01	Anel pré-moldado	3,0	17,67	-	2,50	3,0



g) Rede de distribuição

Foi projetada uma rede de distribuição, a mesma operará integralmente sobre a ação gravitacional partindo de seus respectivos reservatórios elevados assim atendendo a todos os imóveis da localidade de Cipoada, com pressões variando entre 10 e 50 m.c.a., conforme estabelecido pelo Termo de Referência.

A concepção da rede segue o padrão "espinha de peixe" para fins de projeto hidráulico. Os cálculos hidráulicos foram realizados utilizando a fórmula de Hazen – Williams e foram processados por meio de um software especializado. A tabela a seguir apresenta os valores de pressão estática mínima e máxima em metros de coluna d'água (mca) para referência:

Tabela 11: Pressão estática da rede de distribuição

REDE DE DISTRIBUIÇÃO	PRESSÃO ESTÁTICA MÍNIMA (MCA)	PRESSÃO ESTÁTICA MÁXIMA (MCA)
REDE	10,11	34,95

Os valores apresentados na tabela estão dentro dos limites operacionais estabelecidos, as quais variam entre 10 e 50 Mca.

A tabela a seguir apresenta as extensões da rede em metros para cada diâmetro, bem como o total da rede.

Tabela 12: Resumo da Extensões de Rede

DIÂMETROS	EXTENSÃO
150 mm	2.948,36 m
100 mm	6.789,81 m
75 mm	8.635,08 m
50 mm	26.490,25 m
TOTAL DA REDE	44.863,49 m

OBS: Será mantido o trecho de rede existente entre o Nó 29 e o Nó 81, totalizando aproximadamente 4.800,25 metros de extensão.



Secretaria de Licitação
FL. 211
Morada Nova - Ce

Tabela 13: Resumo da Extensões de Rede existente

DIÂMETROS	EXTENSÃO
75 mm	1.419,951 m
50 mm	3.380,29 m

h) Ligações prediais

Todos os 427 imóveis cadastrados serão contemplados com ligações domiciliares completas, interligadas à rede de distribuição de água projetada, incluindo kit cavalete, colar de tomada, tubos de polietileno com adaptador para PVC, hidrômetro e caixa de proteção padronizada.

Recomenda-se que as instalações das ligações sejam feitas fora das propriedades dos beneficiários, pois se trata de áreas rurais. A empresa construtora deve escolher locais que minimizem os riscos de pequenos acidentes, evitando a instalação em trajetos de entrada e saída das residências. Além disso, é importante que os kits de hidrômetro estejam posicionados em locais de fácil acesso.

As ligações prediais devem seguir a norma PP-003 da Companhia Estadual de Saneamento do Ceará.

O índice de atendimento dos imóveis presentes na localidade será de 100%, incluindo residências, estabelecimentos comerciais e órgãos e entidades públicos.



Capítulo 5 – Tratamento do Lodo

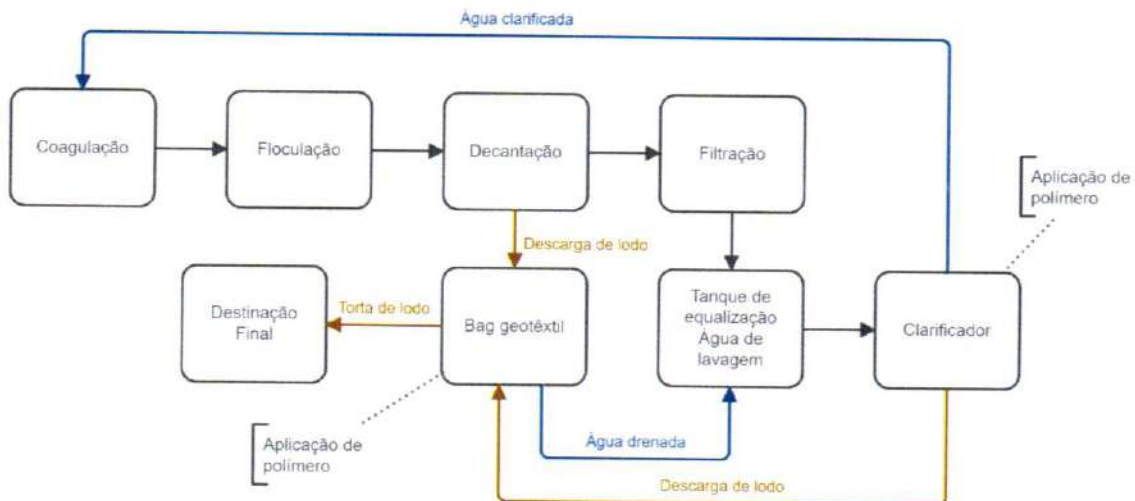
5.1 Concepção da estação de tratamento de rejeito gerado – ETRG

Os principais resíduos produzidos em estações de tratamento de água do tipo ciclo convencional completo são o lodo gerado na fase de separação de sólidos – líquido (decantadores) e a água de lavagem dos filtros.

Em geral, o lodo descarregado pelos decantadores apresenta baixa vazão e alta concentração de sólidos enquanto o das lavagens de filtro tem elevada vazão e baixo concentração de sólidos. Em razão de ambos os resíduos apresentarem característica distintas, a concepção do sistema de tratamento dos resíduos sólidos da ETA será em segregar os rejeitos da lavagem de filtro e das descargas dos decantadores e posteriormente realizar o devido tratamento.

A composição da Estação de Tratamento de Rejeito Gerado (ETRG) englobará os seguintes elementos: um (01) Tanque de Equalização água de lavagem dos filtros, um (01) Clarificador, duas (02) bag geotêxtil para a desidratação do lodo e quadros de acionamento de comandos, conforme representado no esboço a seguir.

Figura 9: Croqui da estação de tratamento de rejeito gerado – ETRG





5.2 Descrição do sistema proposto

O processo de operação do sistema de tratamento de rejeitos inicia-se com a introdução da água proveniente da lavagem dos filtros no tanque de equalização, enquanto as descargas dos decantadores são direcionadas para as bags. Na unidade de equalização, a homogeneização do líquido é obtida por meio de um sistema de agitação, evitando a sedimentação de sólidos na unidade. Em seguida, todo o volume é bombeado para a unidade de clarificação, também conhecida como clarificador gravimétrico.

No ponto de entrada do clarificador, é feita a injeção de polímero, através de bomba dosadora. Essa adição tem o propósito de auxiliar o processo de sedimentação, otimizando a separação entre os sólidos e o líquido. A água clarificada é então direcionada de volta ao início do sistema, reiniciando o ciclo de tratamento.

O lodo sedimentado na etapa de clarificação é direcionado para as bags, onde se mistura com o lodo proveniente das descargas dos decantadores. Para otimizar esse processo, serão adicionados produtos químicos ao lodo, visando aprimorar tanto a desidratação quanto o acondicionamento do material. A água drenada como resultado desse processo retorna ao tanque de equalização da água de lavagem de filtros, onde é reintegrada ao ciclo de tratamento.

Após a desidratação do lodo estará pronto para receber uma destinação final, que pode incluir procedimentos adicionais de tratamento, descarte controlado ou aproveitamento como recurso, em conformidade com as regulamentações e melhores práticas determinantes.

Esse processo cíclico permite um tratamento consistente e eficaz do rejeito, garantindo que a água tratada possa ser reutilizada de maneira segura, enquanto o lodo é devidamente tratado e gerenciado, cumprindo as normas ambientais e contribuindo para a sustentabilidade.

5.3 Resumo do sistema proposto

5.3.1 Tanque de equalização água de lavagem dos filtros

Tanque de equalização é uma estrutura usada para regular e igualar as variações de vazão e carga em um sistema. Ele desempenha um papel fundamental no gerenciamento de fluxos irregulares de líquidos ou rejeitos, ajudando a minimizar os efeitos adversos dessas flutuações nos processos subsequentes de tratamento.



Superintendência de Licitação

Morada Nova-Ce

Para a etapa de Equalização, será utilizado um reservatório de concreto armado, com capacidade de aproximadamente 42,00 m³. Nele, será implantado um sistema de agitação para evitar o acúmulo de sólidos. A capacidade do tanque é suficiente para armazenar a água proveniente de até duas lavagens de filtro simultaneamente, com margem de segurança, garantindo o armazenamento adequado do volume gerado e atendendo às necessidades do sistema.

Estação Elevatória do Tanque de Equalização

A Estação Elevatória do Tanque de Equalização foi dimensionada para bombear os resíduos sólidos do tanque de equalização para o clarificador. Os cálculos detalhados estão apresentados no Memorial de Cálculo.

As principais características desta unidade são as seguintes:

- Número de bombas 02 unid. (1 operações + 1 reserva)
- Vazão de cada bomba 1,67l/s
- Altura Manométrica Total 9,00 mca
- Potência 0,50 CV

5.3.2 Clarificador

Para o sistema foi projetado clarificadores, fabricado em PRFV, para realizar a separação de sólidos suspensos da água residual, permitindo que os sólidos mais pesados sedimentem no fundo do tanque enquanto a água clarificada retorne por gravidade para o início do sistema.

Os sólidos mais densos sedimentam no fundo formando uma camada de lodo. A água clarificada, acumula-se na parte superior do tanque, o Lodo acumulado no fundo do clarificador será encaminhado à bag geotêxtil.

As principais característica desta unidade são as seguintes:

- Diâmetro 2,00 m
- Altura 5,00 m
- Poço de lodo..... 1,04 m
- Ângulo poço de lodo..... 60°



5.3.3 Bolsas geotêxtil

As bolsas geotêxtis foram projetadas considerando a quantidade de sólidos gerados na Estação de Tratamento de Água (ETA), de modo a atender plenamente às demandas do sistema. A quantidade de sólidos foi contínua em 25,81 kg/dia, levando em conta as flutuações sazonais e variações na qualidade da água de entrada. Para garantir uma margem de segurança operacional diante dessas flutuações, foi adotada uma estimativa de 30kg/dia de sólidos, considerando um cenário pessimista.

Com base nessa quantidade de sólidos atendidos, a necessidade de uma bolsa será mensal, proporcionando um gerenciamento eficiente e uma gestão adequada do processo de desidratação do lodo.

A estimativa da quantidade de sólidos foi determinada pela fórmula:

$$P_{ss} = Q(0,44D_{SAL} + SST + D_P + D_{CAP} + 0,1D_{CAL}) \times 10^{-3}$$

Onde:

P_{ss} : Produção de SST (kg/d);

Q: Vazão de água bruta a ser tratada (m^3/d);

D_{Al} : dosagem de alumínio (mg Al/L);

D_{SAI} : Dosagem de sulfato de alumínio (mg SAI/L);

SST: Concentração de sólidos suspensos totais na água a ser tratada (mg /L);

D_P : Dosagem de polímero seco (mg Al/L);

D_{CAP} : Dosagem de carvão ativado (mg Al/L);

D_{cal} : Dosagem de cal hidratada (mg Al/L).

Os cálculos estão expressos no Memorial de Cálculo.

As bolsas geotêxtis são feitas de materiais porosos, como geotêxtis, que permitem a passagem da água enquanto retém os sólidos. O lodo será direcionado para dentro das bolsas, e a água filtrada será drenada através do material da bolsa, deixando os sólidos retidos dentro das bolsas formando uma espécie de "torta" ou bolo de lodo, que é consistente e tem teor reduzido de umidade, após um período determinado, quando a desidratação adequada for alcançada, a "torta" de lodo será removida das bolsas geotêxtis e terá destinação final adequada.



Para o projeto será adotado dois bags Geotêxtis de Filtração Não Tecido Tipo 1.0, um em operação e outro reserva.

As principais características desta unidade são as seguintes:

- Número de bolsas2
- Comprimento.....4,60 m
- Largura 4,00 m
- Altura0,80 m
- Volume unitário12 m³

Destinação Final: Após o processo de desaguamento, os sólidos secos serão transportados para aterros sanitários ou podem ser investidos de maneira mais eficiente para recuperação de recursos, como uso agrícola, produção de biogás, uso industriais, dependendo das regulamentações locais e das características do lodo.



Capítulo 6 – Memorial de Cálculo

Estão apresentados em anexo, os memoriais de cálculo das várias unidades do sistema de abastecimento de água proposto para a localidade de Cipoada, incluindo:

- Anexo A – Dimensionamento das vazões do sistema;
- Anexo B – Dimensionamento da adutora de água bruta;
- Anexo C – Dimensionamento da estação elevatória de água bruta;
 - EEAB - 10 Anos
 - EEAB - 20 Anos
- Anexo D – Dimensionamento da estação de tratamento de água;
- Anexo E – Dimensionamento da estação de tratamento de rejeito gerado;
- Anexo F – Dimensionamento da adutora de água tratada;
- Anexo G – Dimensionamento da estação elevatória de água tratada EEAT;
 - EEAT - 10 Anos
 - EEAT - 20 Anos
- Anexo H – Dimensionamento do reservatório elevado projetado;
- Anexo I – Dimensionamento da rede de distribuição:
 - Análise das pressões estáticas;
 - Análise das pressões dinâmicas.
- Anexo J – Estudo Dos Transientes Hidráulicos Das Adutoras – AAB/ AAT.



Capítulo 7 – Manual de Operação

7.1 Manual de Operação e Manutenção

7.1.1 Objetivo

Este manual de operação e manutenção de estação de tratamento de água de ciclo convencional apresenta-se como recomendações de ordem geral, devendo ser adaptado às peculiaridades dos equipamentos instalados e a qualidade de água bruta a ser tratada para o correto procedimento da equipe do SISAR no dia a dia.

7.1.2 Objetivo dos Procedimentos

Estes procedimentos têm por objetivo apresentar as principais recomendações para operação e manutenção da ETA do tipo CC (Ciclo Convencional), sem, entretanto, abranger os equipamentos rotativos (conjuntos motor-bombas), painéis de comando e válvulas.

7.1.3 Abrangência

Estes procedimentos enfocam os principais processos de tratamento de água do tipo CC (Ciclo Convencional) seguidos de desinfecção por cloração.

7.1.4 Requisitos Gerais Exigíveis

Estes procedimentos gerais incluem os itens básicos a seguir discriminados:

- Zeladoria e limpeza das instalações prediais da ETA;
- Drenagem e esgotamento eficiente da ETA com controle do vazamento de água pelas gaxetas das bombas e pelos registros e com eliminação total de vazamento nas conexões flangeadas e juntas de montagem;
- Limpeza eficiente das canaletas elétricas e/ou leitos de cabos e vedação dos cabos junto a eletrodutos e caixas de passagem evitando a entrada de insetos, roedores e demais animais que possam danificar a fiação ou equipamentos elétricos. Recomenda-se esta limpeza no mínimo a cada 2 (dois) meses, incluindo a retirada de poeira e aspiração dos painéis elétricos com troca das lâmpadas de sinalização queimadas;
- Limpeza eficiente das janelas, portas e aberturas colocando-se telas para evitar entrada de insetos, animais, morcegos, pássaros e etc., incluindo desinfecção se necessária a cada 2 (dois) meses;
- Manutenção de cercas, guaritas e portões de acesso;
- Limpeza, lubrificação e manutenção mensal dos equipamentos de manuseio de



cargas tais como monovias, talhas e ponte-rolante, incluindo disponibilização de cintas, ganchos e dispositivos de fixação/elevação/manuseio de cargas com ampla folga em relação aos pesos manuseados e que atendem as condições de segurança das operações;

- Limpeza, capinação e roça do entorno das edificações e dos acessos à ETA;
- Eliminação de toda sujeira, restos de comida, animais mortos e todo e qualquer outro tipo de lixo que possa comprometer a estética e visual do local;
- Manutenção e limpeza das instalações hidráulicas, sanitárias e elétricas, incluindo móveis e utensílios, não se admitindo lâmpadas queimadas, vazamentos, pias quebradas, vasos entupidos e qualquer tipo de esgoto, lixo e materiais que exalem odores desagradáveis, como também, portas, janelas e fechaduras quebradas;
- Manutenção da iluminação externa com substituição de lâmpadas e reatores queimados, substituição de sensores e relés, incluindo no mínimo a limpeza semestral das luminárias e refletores. Especial atenção deve ser dada à luz de sinalização instalada em locais elevados, como também nas instalações de para-raio, se houver;
- Vigilância do local, vedando a presença de pessoas estranhas ao serviço;
- Registros dos visitantes e das pessoas autorizadas a ingressar na área;
- Não permitir a presença de animais domésticos na área;
- Manutenção do calçamento e jardins, se existentes;
- Manutenção anual de pintura externa e interna das instalações prediais, muros e portões;
- Disponibilidades de produtos químico requeridos nos processos de tratamento e desinfecção;
- Disponibilidades de materiais equipamentos, ferramentas e consumíveis para a operação e as manutenções de rotina;
- Limpeza com polimento com cera dos painéis de comando, com frequência anual, substituindo-se a borracha de vedação das portas, fechaduras e telas de vedação se necessário.

7.1.5 Requisitos Específicos

Os requisitos específicos a seguir discriminados contêm as recomendações de Operação e Manutenção para ETA:

- Disponibilização de Manual de operação e manutenção dos fabricantes de todos os equipamentos a ETA fornecidos, incluindo, sistema de preparação e dosificação de produtos químicos, etc., com as recomendações de cautelas e cuidados especiais relativos às bombas dosadoras, agitadores, compressores, válvulas de controle, válvulas dosadoras, sistemas de cloração e sistemas de preparação e aplicação de produtos químicos;



de Licitação
FL. 286
Morada Nova-Ce

- Disponibilização dos esquemas de automação se existente, incluindo Manual de Operação de Comando, Controle e Proteção;
- Verificação do alinhamento e nivelamento dos tanques e conjuntos motor-bombas com especial atenção para a fixação na base e chumbamento desta a estrutura de concreto. Recomenda-se inspeção a cada 2 meses;
- Verificação do estado de corrosão e deterioração dos tanques, conjuntos motor-bomba de lavagem e auxiliares, misturadores, agitadores, cilindros de cloro, etc., incluindo juntas, válvulas, acoplamentos, etc.;
- Verificação das juntas de desmontagem quanto ao alinhamento, vazamentos e travamento dos tirantes;
- Verificação das juntas flangeadas quanto a alinhamento, vazamentos e adequado aperto dos parafusos;
- Verificação dos suportes de tubulação, incluindo cintas e abraçadeiras;
- Verificações das ancoragens (metálicas ou de concreto) quanto a folgas e amarração da tubulação, observando possíveis movimentações ou eventuais trincas nos blocos de concreto ou parafusos frouxos (soltos) dos suportes metálicos;
- Inspeção semanal dos registros e válvulas, com lubrificação de eixos e das gaxetas com substituição destas quando necessário. Inclui-se nessa atividade a preservação dos parafusos e porcas com anti-oxidante;
- Implantação dos Procedimentos de Gestão na Qualidade dos Serviços com vistas à obtenção de certificação ISO-9000;
- Registro das variáveis de processo, do nº de horas de operação de cada equipamento, dos volumes aduzidos e produzidos, dos parâmetros de qualidade, etc.;
- Anotação diária das não-conformidades ocorridas, mantendo-se o processo aberto até a superação dos problemas e encaminhamento para arquivo;
- Verificação de qualquer vazamento de óleo lubrificante e graxa nos equipamentos rotativos;
- Anotar e registrar qualquer ruído ou vibração considerada não normal, informando imediatamente a supervisão;
- Anotar e registrar qualquer variação significativa da pressão de operação, aumento ou diminuição de fluxo, entupimentos, interrupções de produtos químicos, etc., informando imediatamente a supervisão. Nos casos extremos executar o desligamento programado;
- Anotar e registrar as flutuações do fornecimento de energia elétrica, efetuando-se desligamento programado quando necessário no caso dos sistemas de proteção deixar de atuar;
- Anotar, registrar e avaliar criticamente os desligamentos efetuados pelos relés de proteção no caso de sobre-corrente ou sobreaquecimento (sobrecarga) de motor elétrico, comparando com as pressões e vazões aduzidas, informando imediatamente à supervisão.



7.1.6 Processos de Tratamento de Água

A ETA é do tipo CC (Ciclo Convencional), onde os processos de coagulação, clarificação e filtração são combinados e ocorrem em unidade compacta. Enquadra-se em Tratamento Simplificado – Tratamento Básico.

Neste sentido, passa-se a descrever os seguintes procedimentos específicos:

- Procedimentos de preparo e aplicação de coagulantes;
- Procedimentos de mistura rápida com misturadores hidráulicos;
- Procedimento de floculação;
- Procedimento de decantação,(clarificação);
- Procedimentos de Filtração Ascendente – FA;
- Procedimentos de desinfecção da água filtrada;
- Procedimentos de cloração com cloro gás (se houver);
- Procedimentos de segurança de operação;
- Procedimentos de manutenção de equipamentos e estruturas.

7.1.7 Procedimentos de Preparo e Aplicação de Coagulante

7.1.7.1 Produtos empregados

Em geral, os produtos químicos mais empregados para a coagulação e correção de pH em ETA FDA são:

- O sulfato de alumínio ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$), o sulfato ferroso ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) ou o cloreto férrico ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$) para coagulação;
- O hidróxido de cálcio (cal hidratada) [$Ca(OH)_2$] ou carbonato de sódio (Na_2CO_3) como auxiliar do coagulante ou para correção do pH final;
- Polieletrólitos (polímeros) catiônicos, aniônicos ou não iônicos.
- A concentração mais utilizada para as soluções de sulfato e cal é de 5%, máximo 10%.
- Para os polímeros a concentração máxima recomendada na literatura é de 2%.
- Kits de dosagem
- 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).



Licitação

FL. 088
Morada Nova - Ce

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 devem situar-se 10 cm acima do fundo do tanque, a fim de evitar o carregamento das impurezas sedimentadas.

7.1.7.2 Policloreto de Alumínio

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

Para solução a 5%, para cada 100 litros de água deverão ser utilizados 5 kg de policloreto de alumínio. No método a seguir, explica-se 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 policloreto 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, ou se for o caso o soprador, mantendo-o em funcionamento durante 3 horas, para garantir a completa dissolução do policloreto de alumínio;
- Desliga-se o agitador, ou se for o caso o soprador;
- A solução está pronta para uso;
- Liga-se a bomba dosadora. Quando a bomba dosadora for do tipo centrífuga, a vazão de dosagem é visualizada por meio do medidor devazão 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.

Determinar a dosagem de policloreto de alumínio conforme recomendações no item "Método para Ensaios 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 = 5,55 L/s;
- Dosagem de policloreto de alumínio recomendada = 25 mg/L;
- Concentração da solução no tanque de preparação = 3% (50.000 mg/L).



A vazão da solução q (L/h), na saída da bomba dosadora, será de:

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

- Q = Vazão de água a tratar (L/s);
- D = Dosagem de policloreto (mg/L);
- C = Concentração da solução no tanque de preparo (%);

7.1.7.3 Polieletrólitos

Os polieletrólitos são polímeros de longa cadeia molecular, sendo recomendados para:

- ETA que trabalham com altas taxas de aplicação;
- ETA que operam com a capacidade acima da nominal;
- Quando se deseja melhorar a qualidade da água tratada;
- Como auxiliar da filtração.
- Quando há necessidade de aumentar a vazão da ETA, o polieletrólito pode contribuir para o aumento da densidade do floco, permitindo uma sedimentação mais adequada à nova vazão.

Os polieletrólitos podem ser: Catiônicos, quando a resultante de suas cargas é positiva, aniônicos, quando a resultante de suas cargas é negativa, não iônicos, quando a resultante de suas cargas é nula. Capazes de agregar partículas e torná-las mais densas para transformar-se em flocos mais pesados, são utilizados em dois casos: Em certas águas que não tenham quantidades suficientes de núcleo para a formação do floco. Nestes casos, o tratamento com o uso dos coagulantes primários comuns fica difícil.

Os polieletrólitos, por possuírem fórmulas complexas, devem ser empregados com cuidado, pois podem apresentar em sua composição elementos nocivos à saúde. Utilizar exclusivamente os polieletrólitos específicos para potabilização de água.

O produto pode ser fornecido na forma sólida (pó ou grânulos), em sacos ou tambores, e na forma líquida (emulsão). O armazenamento deve ser em local seco e ventilado e temperatura ambiente média (não extremas).

Para preparar a solução, o tanque de preparo deve ser preenchido primeiro com água e logo adicionado o produto, lentamente, com o equipamento misturador ligado. É importante que o misturador opere com baixa velocidade, para evitar a quebra das moléculas do produto.



A aplicação do produto usualmente se faz na forma de solução diluída. A concentração máxima recomendável é de 2%, mas o uso de soluções mais diluídas facilita a aplicação. A dosagem da solução diluída pode ser feita com bombas dosadoras centrífugas ou de diafragma.

Para consumos maiores em instalações de porte, podem ser utilizados dosadores de emulsão concentrada, diretamente a partir do conteúdo do tambor, com diluição posterior na tubulação.

7.1.7.4 Cuidados na Operação

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 cuidado a ser tomado é evitar o uso do agitador sem líquido suficiente no tanque, pois a haste pode empenar, produzindo vibrações futuras.

7.1.8 Procedimentos de Mistura Rápida

7.1.8.1 Conceito

Mistura rápida é a operação destinada a promover a perfeita homogeneização dos produtos químicos na água a ser tratada.

Quando a mistura rápida é insuficiente, podem ocorrer dois efeitos prejudiciais:

- Desperdício de produtos químicos;
- Baixa agregação das partículas para uma determinada dosagem de produtos químicos, com efeitos prejudiciais nas etapas posteriores do tratamento.

7.1.8.2 Mistura Rápida

Será fabricado um misturador hidráulico em fibra de vidro com orifício central de 75 mm para proporcionar um gradiente de 812,64 s⁻¹. Esse gradiente proporcionará a mistura dos produtos químicos que auxiliam na coagulação e floculação. A mistura da solução de coagulante ocorre, com grande intensidade, na zona de máxima deflexão. Esse tipo de misturador hidráulico ocupa pouco espaço em planta.



7.1.9 Procedimentos de Ciclo Convencional – CC

7.1.9.1 Tecnologia de Ciclo Convencional - CC

A tecnologia de ciclo convencional para tratamento de água geralmente envolve várias etapas sequenciais para remover impurezas e contaminantes. A etapa inicial é a Coagulação e Floculação onde são adicionados produtos químicos, como sulfato de alumínio, para aglutinar partículas suspensas na água, formando flocos maiores posteriormente os flocos formados na etapa anterior são permitidos a se sedimentarem no fundo do decantador. Isso resulta na remoção de partículas suspensas e sólidas da água. A água clarificada passa por camadas de areia e antracito para remover partículas finas, bactérias e outros contaminantes. Por fim, o próximo passo da desinfecção da água para eliminar microrganismos patogênicos. O cloro é comumente usado para esse fim, embora outras substâncias, como ozônio ou dióxido de cloro, também possam ser aplicadas, após o tratamento, a água será armazenada em reservatórios e distribuída para consumidores por meio de redes de distribuição.

O funcionamento do sistema se inicia com a entrada da água bruta no módulo iniciando o processo de tratamento na unidade de mistura rápida, realizada através de uma placa de fibra de vidro, trabalhando com um gradiente de $812,64 \text{ s}^{-1}$, com adição de produtos químicos, a água coagulada entrará no floculador hidráulico, composto por duas câmaras, sendo três bandejas em cada câmara, com seis gradientes de velocidade diferentes e decrescentes, água floculada entrará no decantador por meio de tubulação distribuidora. Serão utilizados perfis tubulares em PVC rígido, com ângulo de inclinação com a horizontal igual a 60° , para auxiliar no processo de sedimentação, a água clarificada será direcionada para os filtros de camada dupla com fluxo ascendente, a partir de calhas coletoras, posteriormente a água filtrada será encaminhada para o tanque de contato, onde ocorrerá o processo de desinfecção, após o tempo de contato a água tratada será recalçada até o reservatório elevado de água tratada existente.

7.1.9.2 Coagulação

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.



A cor da água é devida 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.

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.

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 (policloreto de alumínio), para que a coagulação seja efetivada pelo mecanismo de neutralização de cargas.

Após determinação da dosagem ótima do coagulante (policloreto de alumínio) pelo método descrito no item “Método para Ensaio 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 policloreto de alumínio, ou outro coagulante, na dosagem encontrada no ensaio de coagulação.

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 consequências dos problemas no controle da coagulação são bem conhecidas:

- Má qualidade da água final;
- Alto custo dos produtos químicos;
- Rápida saturação dos filtros e alto custo de retro lavagem;
- 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 sozinhos, o trabalho do operador torna-se tranquilo, 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 e 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 em que é necessária mudança rápida, suficiente para manter a qualidade desejável da água.

7.1.9.3 Floculação

A coagulação-floculação da água constitui o processo básico de operação de uma Estação de Tratamento de Água (ETA) de ciclo completo. Da coagulação-floculação depende a maior ou menor eficiência dos processos subsequentes. A remoção da turbidez da água que se obtém no efluente dessas instalações está diretamente relacionada com a maneira com que as partículas são desestabilizadas e com a intensidade das forças que as aglutinam. Portanto, o controle do processo de coagulação-floculação, deve constituir uma das principais preocupações na operação das ETAS.

Os fatores principais para se obter uma boa floculação são:

- Dosagens dos coagulantes – O tipo do coagulante e dosagem indicada deve ser em função da qualidade da água (ensaio jar-test). No nosso dimensionamento foi considerado como coagulante o sulfato de alumínio (SA) líquido, a dosagem estimada encontrasse entre 20 e 60 mg/L.
- Pontos de aplicação das dosagens - o coagulante é aplicado na placa difusora, onde ocorre a mistura hidráulica. Tempo de mistura na placa difusora menor que 5 s.
- Gradientes de velocidade
- Gradiente de mistura na placa difusor entre 700 a 1100 s⁻¹

Setor de Licitação
FL. 293
Morada Nova - Ce



Devem ser realizados os ensaios de floculação em laboratório (Jar-test) e em função dos resultados obtidos se define a dosagem da bomba dosadora e regula manualmente a bomba de dosagem. Como não deverá ter o controle por meio do monitor de coagulante, esse procedimento deve ser feito mais constante de modo a observar qualquer alteração significativa nas características da água bruta refletindo na dosagem.

Em caso de acúmulo de sólidos no fundo do floculador, se faz necessário a descarga de fundo destes, sendo está por meio de acionamento dos registros que ficam localizados próximos a base dos equipamentos.

7.1.9.4 Decantação

A água chega ao equipamento pela tubulação de entrada, e logo em seguida tem trajetória ascendente. O equipamento foi projetado de forma a atender ao tempo necessário para decantação prevista para a vazão. Na região superior do tanque, a água se choca com os perfis de decantação que são posicionados com inclinação pré-determinada. Os tubos de decantação influenciam aos sólidos decantarem, e ocuparem os lugares mais próximos da base devido a sua densidade.

Os flocos acabam por se precipitarem para o poço de lodo, onde permanecem acumulados até serem removidos através da descarga de fundo na válvula de lodo decantado. Está prevista a descarga periódica do lodo, a cada 24 horas de operação aproximadamente, sendo está por pressão hidráulica e com duração média de 1 minuto. O dreno de fundo deve ser utilizado para esvaziar o equipamento quando necessário, durante a manutenção.

O operador deverá realizar a descarga citada, por meio de acionamento da válvula para remoção do lodo do fundo, conforme figura anterior, a cada 24 horas, controlando o tempo de duração em cerca de 1 minuto. Tanto o intervalo da descarga do lodo quanto à duração, poderão ser alterados para mais ou para menos, dependendo da qualidade da água bruta e em consequência do acúmulo do lodo decantado.

O lodo acumulado, no fundo dos decantadores, será encaminhado para leito drenante, será injetado polímero na tubulação de entrada do leito, a água drenada retorna para o tanque de equalização, o lodo desidratado ficará retido dentro do leito formando uma espécie de "torta" ou bolo de lodo, que é consistente e tem teor reduzido de umidade, após um período de tempo determinado, quando a desidratação adequada for alcançada, a "torta" de lodo será removida do leito drenante e terá destinação final adequada.



7.1.9.5 Filtros Ascendente

A alimentação dos filtros ascendentes se realiza pela tubulação de entrada, e logo em seguida tem trajetória ascendente.

Filtração Ascendentes

- Abrir a válvula de entrada de água clarificada (N° A);
- Em seguida, abrir a válvula vertical de descarga de lavagem (N° B), 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.
- Por observação, quando a água clarear, fecha-se a válvula vertical de descarga de lavagem (N° B), direcionando assim, a água filtrada ao reservatório (por gravidade).

7.1.9.6 Lavagem do Filtro

- Conceito e Parâmetros:

A manutenção do bom funcionamento do filtro depende em muito, da operação de lavagem adequada. 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-se a praticidade com as experiências realizadas, recomenda-se 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 2,50 m, sendo 0,40 m para cada descarga no filtro. Teoricamente dá-se conforme tabela a seguir:

NÍVEL (m)	OPERAÇÃO	
0,00	Filtros Limpos	
0,40	1ª descarga	(Lavagem Interface)
0,80	2ª descarga	(Lavagem Interface)
1,20	3ª descarga	(Lavagem Interface)



Licitação
Setor 086
Morada Nova-Ce

1,60	4ª descarga (Lavagem Interface)
2,00	5ª descarga (Lavagem Interface) + (Lavagem Geral)
PARÂMETRO	FILTRO ASCENDENTE
Velocidade de Lavagem	1,0 m/min
Tempo de Lavagem	10 min
Velocidade na Interface	0,60 m/min
Tempo de Descarga de Fundo	1 min
Carreira de Filtração	12 a 72 horas

- Procedimentos Operacionais:
 - ▶ Descargas de Fundo:
 - ✓ Retira-se o filtro de operação, fechando-se a válvula de entrada de água (Nº A);
 - ✓ Abre-se a válvula de descarga de fundo (Nº B), por 1 minuto;
 - ✓ Fecha-se a válvula de descarga de fundo (Nº B);
 - ✓ Abre-se a válvula de entrada de água (Nº A).
 - ▶ Lavagem Geral do Filtro – Com conjunto Moto-bomba:
 - ▶ Primeiro, efetua-se uma descarga de fundo:
 - ✓ Retira-se o filtro de operação, fechando-se a válvula de entrada de água coagulada (Nº A);
 - ✓ Abre-se a válvula de descarga de fundo (Nº B), por 1 minuto;
 - ✓ Fecha-se a válvula de descarga de fundo (Nº B).
 - ▶ Após o procedimento de descarga de fundo, abre-se a válvula de lavagem geral (Nº C e D) lentamente, e em seguida, abre-se a válvula de descarga de fundo (Nº B);
 - ▶ Quando a água de lavagem clarear (após 8 a 10 minutos) fecha-se a válvula de lavagem geral (Nº C e D), permanecendo a válvula de descarga de fundo (Nº B) aberta, para desprezar as primeiras águas filtradas (não deverá exceder quatro minutos);
 - ▶ Abre-se a válvula de entrada de água coagulada (Nº A);
 - ▶ Após desprezar as primeiras águas, fecha-se a válvula de descarga de fundo (Nº B), e assim o filtro volta à operação normal de filtração.

Quadro de Operação das Válvulas



Licitação
FL. 897
Morada Nova - Ce

Operação	Válvulas			
	A	B	C	D
Filtração	Aberta	Fechada	Fechada	Fechada
Lavagem	Fechada	Fechada	Aberta	Aberta
Descarga de fundo	Fechada	Aberta	Fechada	Fechada

Nota: Conforme desenho em planta

- Limpeza da Calha Coletora e Superfície Interna Livre:
 - ▶ Para a limpeza da calha coletora e superfície interna livre proceder da seguinte maneira:
 - ✓ 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;
 - ✓ A seguir enxágua-se com hipoclorito de sódio, ou água superclorada. Esse enxágüe é seguido de pinceladas com escovas de nylon, próprias para pintura, devendo o operador estar devidamente protegido.
 - ✓ Finalmente, quando as primeiras águas da lavagem do material filtrante forem subindo, aproveita-se para utilizá-la na remoção dos resíduos amolecidos no enxágüe acima citado e encaminha-os para a calha.

7.1.9.7 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 no SISAR 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 direta ascendente seguida de desinfecção, incluindo o controle laboratorial para efetuar, no mínimo, as determinações de alcalinidade, pH, temperatura, cor aparente, turbidez, condutividade específica e cloro residual.

7.1.9.8 Método Para Ensaio de Coagulação

- ✓ Coloca-se água bruta em beakers de 1000 mL, até atingir o nível máximo (1 litro). Em geral utilizam-se 6 beakers;
- ✓ Introduce-se a solução de Policloreto 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 adição das soluções químicas (policloreto 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 funil, até que seja obtido um volume filtrado suficiente para determinação de cor aparente, pH e turbidez.

Selecionar aquela condição que fornece 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 ORIENTATIVO

TURBIDEZ	COR APARENTE	DOSAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS (mg/L)	
		Policloreto de Alumínio	Cal
(uT)	(uH)		
< 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



Sector de Licitação
Fl. 099
Morada Nova-RN

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 de cal só se torna necessário se a alcalinidade da água bruta for baixa, já que, teoricamente, 1,0 g de policloreto de alumínio necessita de 0,68 mg de CO₂. Exemplo: Usando-se 10 mg/L de policloreto seria necessário, no mínimo alcalinidade natural na água bruta de 6,8 mg/L de CaCO₃.

7.1.10 Procedimentos de Desinfecção de Água Tratada

7.1.10.1 Objetivo

A desinfecção se realiza para destruir microrganismos prejudiciais à saúde ou ao sistema, assim como dificultar seu desenvolvimento. Tem importante ação contra microrganismos patogênicos, algas e bactérias redutoras de ferro ou de manganês.

Entre os desinfetantes disponíveis está o cloro que é o mais utilizado por seu preço, praticidade no emprego e controle e conhecimento de suas ações na água.

7.1.10.2 Principais reativos empregados

Os principais desinfetantes utilizados em tratamento de água são:

- Cloro gasoso;

O cloro gasoso é o principal desinfetante utilizado em tratamento de água. Sua utilização deve ser acompanhada de cuidados especiais, já que se trata de um produto que ao ser empregado de forma inadequada, pode causar sérios riscos à saúde do homem e ao meio ambiente.

Em condições ambientais, o cloro é um gás amarelo verdoso de odor irritante, penetrante e lesivo às vias respiratórias, ainda que em baixas concentrações. É mais denso que o ar, o que significa que em casos de vazamentos, o gás tende a acumular-se junto ao solo.

O cloro seco não é corrosivo aos metais; no entanto, em contato com a água se transforma em ácido clorídrico, tornando-se extremamente corrosivo.

- Hipoclorito de cálcio;

O hipoclorito de cálcio resulta de uma combinação do cloro com hidróxido de cálcio. É largamente empregado em estações de tratamento de pequena vazão.

É fornecido na forma de pó branco, com concentração de cloro ativo de aproximadamente 70%.

Possui boa estabilidade quando protegido da umidade.

- Hipoclorito de sódio.



O hipoclorito de sódio é fornecido em forma de solução com 10 % de cloro ativo. Tem estabilidade por aproximadamente 1 mês, e se decompõe sob a ação da luz e do calor, motivo pelo qual é menos empregado.

7.1.10.3 Eficiência da desinfecção

Entre os fatores que influem na eficiência da desinfecção e, conseqüentemente, no tipo de tratamento que será empregado, se encontram:

- Espécie e concentração do organismo a ser destruído;
- Espécie e concentração do desinfetante;
- Tempo de contato;
- Características químicas e físicas da água;
- Grau de dispersão do desinfetante na água.

A morte de organismos, causada por certo desinfetante, havendo-se fixado os outros fatores, é proporcional à concentração do desinfetante e ao tempo de reação. Deste modo, se pode trabalhar com altas concentrações e curto tempo ou baixas concentrações e tempo prolongado.

7.1.10.4 Preparo e aplicação de suspensão de hipoclorito de cálcio

A concentração usual para as suspensões de hipoclorito de cálcio é de 10%.

- Kits de dosagem
 - ▶ Tanque em PRFV com volume suficiente para armazenamento da suspensão;
 - ▶ Misturador da suspensão (no caso realizado por soprador);
 - ▶ Bomba dosadora tipo diafragma.

Os tanques destinados ao preparo das suspensões devem ter volume suficiente para um dia de consumo. São recomendáveis dois tanques, pois enquanto em um deles está sendo preparada nova suspensão, o outro fica dosando até esvaziar.

As saídas das suspensões devem situar-se 10 cm acima do fundo do tanque, a fim de evitar o carregamento das impurezas sedimentadas.

- Preparação da Suspensão

Para suspensão a 10%, para cada 100 litros de água deverão ser utilizados 10 kg de hipoclorito de cálcio.

No método a seguir, explica-se o preparo da suspensão para um tanque de 100 litros de capacidade:



- ▶ Colocam-se 10 kg (10% de 100 litros) de hipoclorito de cálcio no cocho crivado do tanque de dissolução;
- ▶ Abre-se o registro de alimentação de água, até completar o volume de 100 litros;
- ▶ Fecha-se o registro de alimentação d'água e liga-se o soprador, mantendo-o em funcionamento até perfeita homogeneização;
- ▶ Enquanto a suspensão preparada estiver em uso, o soprador deverá permanecer ligado, a fim de evitar sedimentação do produto;
- ▶ A suspensão está pronta para uso;
- ▶ Liga-se a bomba dosadora e ajusta-se à vazão requerida.

- **Dosagem e Vazão da Suspensão**

A dosagem da suspensão deverá ser determinada em laboratório, de tal forma a obter o percentual de cloro residual na saída da Estação de Tratamento especificada pela operação, em geral de 2,0 mg/L.

Por exemplo, sejam as seguintes condições:

- ▶ Vazão de água a tratar = 50 L/s;
- ▶ Dosagem de hipoclorito recomendada = 5 mg/L;
- ▶ Concentração da suspensão no tanque de preparação = 10% (100.000 mg/L).
- ▶ A vazão da suspensão q (L/h), na saída da bomba dosadora, será de:

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

Onde:

- ✓ Q = Vazão de água a tratar (L/s);
- ✓ D = Dosagem de hipoclorito (mg/L);
- ✓ C = Concentração da solução no tanque de preparo (%);

- **Cuidados na operação**

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.

7.1.10.5 Procedimentos de Segurança de Operação



7.1.10.5.1 Segurança do Trabalho

O SISAR, operadora da ETA, deverá elaborar e implantar orientações básicas para a segurança na execução dos serviços, com respaldo das normas de Segurança do Trabalho. Os procedimentos mínimos a implantar são:

- Obrigatoriedade de uso de equipamentos de segurança individuais e coletivos;
- Posições de segurança para a execução de determinadas tarefas como manobras de válvulas, levantamento de pesos, etc.;
- Procedimentos para a manipulação de produtos químicos;
- Primeiros auxílios para afogamentos, intoxicação com produtos químicos e acidentes com eletricidade.

7.1.10.5.2 Segurança Industrial Geral

- Todos os equipamentos deverão ter linha a terra;
- Quando existam subestações transformadoras de energia elétrica e cabines primárias, todas as partes metálicas e não destinadas à
- condução de energia elétrica devem ter linha a terra;
- Qualquer interrupção dos circuitos de terra deverá ser comunicada para sua rápida correção;
- Não poderá faltar na ETA elementos de segurança individual como: luvas, botas, abrigos e máscaras contra gases;
- É recomendável existir na ETA um lava-olhos e uma máscara autônoma com cilindro de oxigênio;
- Deverão ser elaboradas instruções de combate a incêndios, especificando o uso correto dos extintores em cada tipo de situação, equipamento ou instalação.

7.1.10.5.3 Acidentes com Produtos Químicos

O SISAR deve desenvolver um Manual de Orientação de Gestão para Prevenção, Preparação e Resposta a Acidentes com Produtos Químicos para atender a SEMACE e com a finalidade de dar subsídios aos trabalhadores de ETA para uma melhor gestão dos riscos químicos.



de Licitação
303
Morada Nova - Ce

Este Manual de Orientação de Gestão para Prevenção, Preparação e Resposta a Acidentes com Produtos Químicos deve conter informações que os trabalhadores devem conhecer sobre o desenvolvimento organizacional e as estruturas necessárias à formação de estratégias para prevenir e combater acidentes com produtos químicos. Deve demonstrar, também, os passos essenciais para o planejamento e os contatos necessários entre instituições e SISAR. Com esses dados, podem ser desencadeadas ações conjuntas para prevenção, preparação e resposta a acidentes com produtos químicos, otimizando os recursos materiais e humanos disponíveis com eficiência e eficácia, minimizando os riscos e reduzindo as consequências desses episódios.

O Manual de Orientação de Gestão para Prevenção, Preparação e Resposta a Acidentes com Produtos Químicos, deve elaborar planos de trabalho, destinadas a promover a integração entre os responsáveis pela atuação conjunta entre os trabalhadores da ETA e a comunidade.

Sua metodologia deve orientar a elaboração de estratégias organizacionais de gestão e operação que permitem acompanhar as atividades da ETA, a fim de que a chefia do SISAR possa ter condições de atender às demandas da sociedade, prevenindo, preparando e respondendo a acidentes com produtos químicos.

7.1.10.5.4 Procedimentos com Acidentes com Cloro Líquido

Se os olhos forem alcançados com cloro líquido, deverão ser lavados durante quinze minutos com abundância de água da torneira mais próxima (se possível, um lava-olhos);

Tomar cuidado em manter as pupilas abertas durante a lavagem, para assegurar que todo o cloro que entrou seja retirado. Em seguida, procurar um médico. Não aplicar colírios, óleos ou pomadas nos olhos sem que sejam prescritos por este;

Se a pele for alcançada por cloro líquido, lavá-la com água e sabão durante quinze minutos. Em seguida procurar um médico para que seja prescrito um creme ou pomada;

Se o cloro líquido penetra na boca, deve ser feito enxágues com água da torneira mais próxima durante quinze minutos, trocando a água pelo menos 10 vezes por minuto.

7.1.10.5.5 Procedimentos de Manutenção de Equipamentos e Estruturas



Licitação

Os componentes físicos de uma ETA são tanques metálicos ou de fibra, tubulações, válvulas, registros, bombas, motores, painéis e equipamentos elétricos, entre outros, além das estruturas de concreto.

Os diversos procedimentos descritos para a operação de uma ETA abordam os principais cuidados com a manutenção dos equipamentos, assim como dos processos.

A limpeza dos equipamentos deverá fazer-se com cuidado, recordando desativar as partes elétricas e bloquear o painel elétrico.

A manutenção deverá definir-se de comum acordo com a equipe de trabalho e ser executado por um ajudante de operação, orientado pelo operador da ETA.



Capítulo 8 – Especificações técnicas

8.1 Generalidades

As especificações contidas neste relatório se destinam a regulamentar as obras de abastecimento de água das comunidades atendidas pelo projeto Boa Água (SECRETARIA DAS CIDADES) no estado do Ceará.

As especificações são de caráter abrangente, devendo ser admitidas como válidas para quaisquer umas das obras integrantes do sistema, no que for aplicável a cada uma delas.

8.2 Têrmos E Definições

CONSULTOR / FISCALIZAÇÃO – Pessoa, pessoas, firmas ou associação de firmas (consórcio) designadas e SECRETARIA DAS CIDADES para elaboração do projeto, fiscalização, consultoria e assessoramento técnico e gerencial da obra, nos termos do contrato, de que tratam estas especificações. **CONSTRUTOR** - Pessoa, pessoas, firmas ou associação de firmas (consórcio) que subscreveram o contrato para execução e fornecimento de todos os trabalhos, materiais e equipamentos permanentes, a que se refere está especificação. **CONTRATO** - Documento subscrito pela Secretaria das cidades, pelo construtor e / ou consultor, de acordo com a legislação em vigor, e que define as obrigações de ambas as partes, com relação a elaboração do projeto, fiscalização, consultoria, assessoramento técnico e gerencial da obra e execução das obras a que se referem este contrato.

RESIDENTE DO CONSTRUTOR - O representante credenciado do construtor, com função executiva no canteiro das obras, durante todo o decorrer dos trabalhos e autorizada a receber e cumprir as decisões da fiscalização.

ESPECIFICAÇÕES - As instruções, diretrizes, exigências, métodos e disposições detalhadas quanto a maneira de execução dos trabalhos.

CAUSAS IMPREVISÍVEIS - São cataclismos, tais como inundações, incêndios e transformações geológicas bruscas, de grande amplitude; desastres e perturbações graves na ordem social, tais como motins e epidemias.

DIAS - Dias corridos do calendário, exceto se explicitamente indicado de outra maneira.

FORNECEDOR - Pessoa física ou jurídica fornecedora dos equipamentos, aparelhos e materiais a serem adquiridos pela ASSOCIAÇÃO.



RELAÇÕES DE QUANTIDADE E LISTAS DE MATERIAL - Relações detalhadas, com as respectivas quantidades, de todos os serviços, materiais e equipamentos necessários à implantação do projeto.

ORDEM DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS - Determinações contidas nos contratos, para início e execução de serviços contratuais, emitidas pelo consultor / fiscalização.

DESENHOS - Todas as plantas, perfis, seções, vistas, perspectivas, esquemas, diagramas ou reproduções que indiquem as características, dimensões e disposições das obras a executar.

CRONOGRAMA - Organização e distribuição dos diversos prazos para execução das Obras e que será proposto pelo Concorrente e submetido à aprovação da Secretaria das cidades / FISCALIZAÇÃO.

CONCORRENTE - Pessoa física ou jurídica que apresentam propostas à concorrência para execução das obras.

OBRAS - Conjunto de estruturas de caráter permanente que o Construtor terá de executar de acordo com o Contrato.

DOCUMENTO DO CONTRATO - Conjunto de todos os documentos que definem e regulamentam a execução das obras, compreendendo os editais de concorrência, especificações, o projeto executivo, a proposta do Construtor, o cronograma ou quaisquer outros documentos suplementares que se façam.

Necessários à execução das obras de acordo com as presentes especificações e as condições contratuais.

PROJETO TÉCNICO - Todos os desenhos de detalhamento de obras civis a executar e instalações que serão fornecidos ao Construtor em tempo hábil a lhe permitir o ataque dos serviços.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Compreende as Normas (NB), Especificações (EB), Métodos (MB) e as Padronizações Brasileiras (PB).

ASTM - American Society for Testing and Materials

AWG - American wire Gage

BWG - British Wire Gage

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagens

DER - Departamento Estadual de Rodovias.



8.3 Descrição Dos Trabalhos e Responsabilidades

8.3.1 Generalidades

Em qualquer uma das etapas da implantação das etapas do projeto e das obras, indique-se o envolvimento da ASSOCIAÇÃO, pelo Consultor/Fiscalização e pelo Construtor (empresa ganhadora da licitação). Estas atribuições são descritas e definidas em contrato.

8.3.1.1 Encargos E Responsabilidades

Os Encargos e Responsabilidades são aqueles contidos nos contratos de serviços.

8.3.1.2 Encargos E Responsabilidades Do Consultor / Fiscalização

A fiscalização terá sob seus cuidados tantos encargos técnicos como administrativos que deverão ser desempenhados de maneira rápida e diligente.

8.3.1.3 Encargos Administrativos

Consultor como órgão fiscalizador e supervisor das obras, deverão exigir o fiel cumprimento do contrato e seus aditivos pelo construtor e fornecedores, devendo para tanto receber autorização da SECRETARIA DAS CIDADES), para execução destes serviços.

Verificar o fiel cumprimento pelo construtor das obrigações legais e sociais, das disciplinas nas obras, da segurança dos trabalhadores e do público e de outras medidas necessárias a boa administração desta.

Verificar as medições e encaminhá-las para a aprovação da Secretaria das cidades, devendo para tanto, elaborar relatórios e planilhas de medição.

8.3.1.4 Encargos Técnicos

Zelar pela fiel execução do projeto, como pleno atendimento às especificações explícitas e/ou implícitas.

Controlar a qualidade dos materiais utilizados e dos serviços executados, rejeitando aqueles julgados não satisfatórios,

Assistir ao construtor na escolha dos métodos executivos mais adequados, para melhor qualidade e economia das obras.

Exigir do construtor a modificação de técnicas de execução inadequadas e a recomposição dos serviços não satisfatórios.



Revisar quando necessário, o projeto e as disposições técnicas adaptando-os às situações específicas do local e momento.

Executar todos os ensaios necessários ao controle de construção das obras e interpretá-los devidamente.

Dirimir as eventuais omissões e discrepâncias dos desenhos e especificações.

Verificar a adequabilidade dos recursos empregados pelo construtor quanto à produtividade, exigindo deste acréscimo e melhorias necessárias à execução dos serviços dentro dos prazos previstos.

ENCARGOS E RESPONSABILIDADES DO CONSTRUTOR (Empresa Ganhadora da Licitação)

Os encargos e responsabilidades do construtor serão aqueles que se encontram descritos a seguir.

8.3.1.5 Conhecimento Das Obras

O construtor deve estar plenamente ciente de tudo o que se relaciona com a natureza e localização das obras, suas condições gerais e locais e tudo o mais que possa influir sobre estas. Sua execução, conservação e custo, especialmente no que diz respeito a transporte, aquisição, manuseio e armazenamento de materiais; disponibilidade de mão-de-obra, água e energia elétrica; vias de comunicação; instabilidade e variações meteorológicas; vazões dos cursos d'água e suas flutuações de nível; conformação e condições do terreno; tipo dos equipamentos necessários; facilidades requeridas antes ou durante as execuções das obras; e outros assuntos a respeito dos quais seja possível obter informações e que possam de qualquer forma interferir na execução, conservação e no custo das obras controladas.

O construtor deve estar plenamente ciente de tudo o que se relaciona com os tipos, qualidades e quantidades dos materiais que se encontram na superfície do solo e subsolo, até o ponto em que essa informação possa ser obtida por meio de reconhecimento e investigação dos locais das obras.

De modo a facilitar o conhecimento das obras a serem construídos, todos os relatórios que compõem o projeto se encontrarão a disposição do construtor. Entretanto em nenhum caso serão concedidos reajustes de quaisquer tipos ou ressarcimentos que sejam alegados pelo construtor tomando por base o desconhecimento parcial ou total das obras a executar.





8.3.1.6 Instalação E Manutenção Do Canteiro De Obras, Acampamentos E Estradas De Serviço E Operação. (Não Indicado Ou Contabilizado Em Planilha Orçamentaria)

Caberá ao construtor, de acordo com os cronogramas físicos de implantação, a execução de todos os serviços relacionados com a construção e manutenção de todas as instalações do canteiro de obras, de alojamentos, depósitos, escritórios e outras obras indispensáveis a realização dos trabalhos. Ainda a seu encargo ficará a construção e conservação das estradas necessárias ao acesso e a exploração de empréstimos e de quaisquer outras estradas de serviços que se façam necessárias, assim como a conservação ou melhoramento das estradas já existentes.

Todos os canteiros e instalações deverão dispor de suficientes recursos materiais e técnicos, inclusive pessoal especializado, visando poder prestar assistência rápida e eficiente ao seu equipamento, de modo a não ficar prejudicado o bom andamento dos serviços. Além disto, todos os canteiros e equipamentos deverão permanecer em perfeitas condições de asseio e, após a conclusão dos trabalhos, deverão ser removidas todas as instalações, sucatas e detritos de modo a restabelecer o bom aspecto local.

As instalações do canteiro e métodos a serem empregados deverão ser submetidos a aprovação da fiscalização, cabendo ao construtor o transporte, montagem e desmontagem de todos os equipamentos, máquinas e ferramentas bem como as despesas diretas e indiretas relacionadas com a colocação e retirada do canteiro, de todos os elementos necessários ao bom andamento dos serviços.

A aprovação da fiscalização relativa à organização e as instalações dos canteiros propostos pelo construtor não eximirá, este último em caso de algum fortuito, de todas as responsabilidades inerentes a perfeita realização das obras no tempo previsto.

8.3.1.7 Locação Das Obras

A locação das obras será encargo do construtor.

8.3.1.8 Execução Das Obras

A execução das obras será responsabilidade do construtor que deverá, entre outras, se encarregar das seguintes tarefas:

Fornecer todos os materiais, mão-de-obra e equipamentos necessários a execução dos serviços e seus acabamentos.



Controlar as águas durante a construção por meio de bombeamento ou quaisquer outras providências necessárias.

Construir todas as obras de acordo com estas especificações e projeto.

Adquirir, armazenar e colocar na obra todos os materiais necessários ao desenvolvimento dos trabalhos.

Adquirir e colocar na obra todos os materiais constantes das listas de material.

Permitir a inspeção e o controle por parte da fiscalização, de todos os serviços, materiais e equipamentos, em qualquer época e lugar, durante a construção das obras. Tais inspeções não isentam o construtor das obrigações contratuais e das responsabilidades legais, dos termos do artigo 1245 do código civil brasileiro.

A execução das obras seguirá em todos os seus pormenores as presentes especificações, bem como os desenhos do projeto técnico, que serão fornecidos em cópias ao construtor, em tempo hábil para a execução das obras, e que farão parte integrante do projeto.

Todos os detalhes das obras que constarem destas especificações sem estarem nos desenhos, ou que, estando nos desenhos, não constem explicitamente destas especificações, deverão ser executados e/ou fornecidos pelo construtor como se constasse de ambos o documento.

O construtor se obriga a executar quaisquer trabalhos de construção que não estejam eventualmente detalhados ou previstos nas especificações ou desenhos, direta ou indiretamente, mas que sejam necessários a devida realização das obras em apreço, de modo tão completo como se estivessem particularmente delineados e escritos. O construtor empenhar-se-á em executar tais serviços em tempo hábil para evitar atrasos em outros trabalhos que deles dependam.

8.3.1.9 Administração Das Obras

O construtor compromete-se a manter, em caráter permanente, a frente dos serviços, um engenheiro civil de reconhecida capacidade, e um substituto, escolhidos por eles e aceitos pela SECRETARIA DAS CIDADES. O primeiro terá a posição de residente e representará o construtor, sendo todas as instruções dadas a ele válidas como sendo ao próprio construtor. Esses representantes, além de possuírem os conhecimentos e capacidade profissional requerido, deverão ter autoridades suficientes para resolver qualquer assunto relacionado com as obras a que se referem a presentes especificações. O residente só poderá ser substituído com o prévio conhecimento e aprovação da SECRETARIA DAS CIDADES.





O Construtor será inteiramente responsável por tudo quanto for pertinente ao pessoal necessário à execução dos serviços e particularmente:

Pelo cumprimento da legislação social em vigor no Brasil.

Pela proteção de seu pessoal contra acidentes de trabalho, adotando para tanto as medidas necessárias para prevenção dos mesmos.

8.3.1.10 Proteção Das Obras, Equipamentos E Materiais

O construtor deverá a todo o momento proteger e conservar todas as instalações, equipamentos, maquinaria, instrumentos, provisões e materiais de qualquer natureza, assim como todas as obras executadas até sua aceitação final pela fiscalização.

O construtor responsabilizar-se-á durante a vigência do contrato até a entrega definitiva das obras, por quaisquer danos pessoais ou materiais causados a terceiros por negligência ou imperícia na execução das obras.

O construtor deverá executar todas as obras provisórias e trabalhos necessários para drenar e proteger contra inundações as faixas de construções dos diques e obras conexas, estações de bombeamento, fundações de obras, zonas de empréstimos e demais zonas onde a presença da água afete a qualidade da construção, ainda que elas não estejam indicadas nos desenhos nem tenham sido determinadas pela fiscalização.

Deverá também prover e manter nas obras, equipamentos suficientes para as emergências possíveis de ocorrer durante a execução das obras.

A aprovação pela fiscalização, do plano de trabalho e a autorização para que execute qualquer outro trabalho com o mesmo fim, não exime o construtor de sua responsabilidade quanto a este. Por conseguinte, deverá ter cuidado para executar as obras e trabalhos de controle da água, durante a construção, de modo a não causar danos nem prejuízos ao contratante, ou a terceiros, sendo considerado como único responsável pelos danos que se produzam em decorrência destes trabalhos.

8.3.1.11 Remoção De Trabalhos Defeituosos Ou Em Desacordo Com O Projeto

E/Ou Especificações

Qualquer material ou trabalho executado, que não satisfaça às especificações ou que difira do indicado nos desenhos do projeto ou qualquer trabalho não previsto, executado sem autorização escrita da fiscalização serão considerados como não aceitáveis ou não autorizados, devendo o construtor remover, reconstruir ou substituir o mesmo em qualquer parte da obra



comprometida pelo trabalho defeituoso ou não autorizado, sem direito a qualquer pagamento extra.

Qualquer omissão ou falta por parte da fiscalização em rejeitar algum trabalho que não satisfaça às condições do projeto ou das especificações não eximirá o construtor da responsabilidade em relação a estes.

A negativa do construtor em cumprir prontamente as ordens da fiscalização, de construção e remoção dos referidos materiais e trabalho, implicará na permissão à SECRETARIA DAS CIDADES para promover, por outros meios, a execução da ordem, sendo os custos dos serviços e materiais debitados e deduzidos de quaisquer quantias devidas ao construtor.

8.3.1.12 Critérios De Medição

Somente serão medidos os serviços previstos em contrato, e realmente executados, no projeto ou expressamente autorizados pelo contratante e ainda, desde que executado mediante o de acordo da fiscalização com a respectiva "ordem de serviço", e o estabelecido nestas especificações técnicas.

Salvo observações em contrário, devidamente explicitada nessa Regulamentação de Preços, todos os preços, unitários ou globais, incluem em sua composição os custos relativos a:

8.3.1.13 Materiais

Fornecimento, carga, transporte, descarga, estocagem, manuseio e guarda de materiais.

8.3.1.14 Mão-De-Obra

Pessoal, seu transporte, alojamento, alimentação, assistência médica e social, equipamentos de proteção, tais como luvas, capas, botas, capacetes, máscaras e quaisquer outros necessários à execução da obra.

8.3.1.15 Veículos E Equipamentos

Operação e manutenção de todos os veículos e equipamentos de propriedade da contratada e necessária à execução das obras.

8.3.1.16 Ferramentas, Aparelhos E Instrumentos

Operação e manutenção das ferramentas, aparelhos e instrumentos de propriedade da contratada e necessária à execução das obras.

SAAE
MORADA Nº 7
Licitação
FL. 312
Nova Ceilândia



8.3.1.17 Materiais De Consumo Para Operação E Manutenção

Combustíveis, graxas, lubrificantes e materiais de uso geral.

8.3.1.18 Água, Esgoto E Energia Elétrica

Fornecimento, instalação, operação e manutenção dos sistemas de distribuição e de coleta para o canteiro assim como para a execução das obras.

8.3.1.19 Segurança E Vigilância

Fornecimento, Instalação e operação dos equipamentos contrafogo e todos os demais destinados a prevenção de acidentes, assim como de pessoal habilitado à vigilância das obras.

8.3.1.20 Ônus Diretos E Indiretos

Encargos sociais e administrativos, impostos, taxas, amortizações, seguros, juros, lucros e riscos, horas improdutivas de mão-de-obra e equipamento e quaisquer outros encargos relativos a BDI - Bonificação e Despesas indiretas.

8.4 Serviços Preliminares

8.4.1 Desmatamento, Destocamento E Limpeza Do Terreno

O preparo de terrenos, com vegetação na superfície, será executado de modo a deixar a área da obra livre de tacos, raízes e galhos.

O material retirado será queimado ou removido para local apropriado, a critério da fiscalização, devendo ser tomados todos os cuidados necessários a segurança e higiene pessoal e do meio ambiente.

Deverão ser preservadas as árvores, vegetação de qualidade e grama, localizadas em áreas que pela situação não interfiram no desenvolvimento dos serviços.

Será atribuição da contratada a obtenção de autorização junto ao órgão competente para o desmatamento, principalmente no caso de árvores de porte.

8.5 Obra Civil

8.5.1 Assentamentos De Tubos E Peças

8.5.2 Locação E Abertura De Valas

A tubulação deverá ser locada de acordo com o projeto respectivo, admitindo-se certa flexibilidade na escolha definitiva de sua posição em função das peculiaridades da obra.



A vala deve ser escavada de modo a resultar uma seção retangular. Caso o solo não possua coesão suficiente para permitir a estabilidade das paredes, admitem-se taludes inclinados.

A largura da vala deverá ser de no mínimo 0,40m. Estas serão escavadas segundo a linha do eixo, obedecendo ao projeto. A escavação será feita pelo processo mecânico ou manual julgado mais eficiente, sendo sua profundidade mínima 0,60m.

O material escavado será colocado de um lado da vala, de tal modo que, entre a borda da escavação e o pé do monte de terra, fique pelo menos um espaço de 0,40m.

A Fiscalização poderá exigir escoramento das valas abertas para o assentamento das tubulações.

O escoramento poderá ser do tipo contínuo ou descontínuo a juízo da Fiscalização.

8.5.2.1 Movimento De Terra

8.5.2.1.1 Vala

A vala deve ser escavada de forma a resultar uma seção retangular. Caso o solo não possua coesão suficiente para permitir a estabilidade das paredes, admitem-se taludes inclinados a partir do dorso do tubo, desde que não ultrapasse o limite de inclinação de 1:4 quando então deverá ser feito o escoramento pelo Construtor.

Nos casos em que este recurso não seja aplicável, pela grande profundidade das escavações, pela consistência do solo, pelas proximidades de edificações, nas escavações em vias e calçadas etc., serão aplicados escoramentos conforme determinação por parte da fiscalização.

Os serviços de escavação poderão ser executados manual ou mecanicamente. A definição da forma como serão executadas as escavações ficará a critério da fiscalização e/ou projeto em função do volume, situação da superfície e subsolo, posição das valas e rapidez pretendida para execução dos serviços, e outros pareceres técnicos julgados pertinentes.

Nos casos de escavações em rocha, serão utilizados explosivos, e para tanto o Construtor deverá dispor de pessoal especializado.

O material retirado (exceto rocha, modelo e entulho de calçada) será aproveitado para o reaterro, devendo-se, portanto, depositá-lo em distância mínima de 0,40m da borda da vala, de modo a evitar o seu retorno para o interior da mesma. A terra será, sempre que possível colocada em um dos lados da vala.



Fl. 315
Municipal de Licitação
Morada Nova - Ce

Quando a escavação for mecânica, as valas deverão ter os seus fundos regularizados manualmente, antes do assentamento da tubulação.

As valas deverão ser abertas e fechadas no mesmo dia, principalmente nos locais de grande movimento, travessias e acessos. Quando não for possível, tornar os devidos cuidados para evitar acidentes.

As valas serão escavadas com a mínima largura possível e para efeito de medição, salvo casos especiais, devidamente verificados e justificados pela FISCALIZAÇÃO, tais como: Terrenos acidentados, obstáculos superficiais, ou mesmos subterrâneos, serão considerados as larguras de 0,50m e as profundidades do projeto.

Sendo necessário colocar colchão de areia para proteção do tubo.

8.5.2.2 Natureza Do Material De Escavação

Material de 1ª Categoria

Terra em geral, piçarra, rocha mole em adiantado estado de decomposição, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo inferior a 0,10m ou qualquer que seja o teor de umidade que possuam, susceptíveis de serem escavados com equipamentos de terraplanagem dotados de lâmina ou enxada, enxadão ou extremidade alongada se for manualmente.

Material de 2ª categoria

Material com resistência à penetração mecânica inferior ao granito, argila dura, blocos de rocha inferior a 0,50m³, matacões e pedras de diâmetro médio de 0,15m, rochas compactas em decomposição susceptíveis de serem extraídas com o emprego com equipamentos de terraplanagem apropriados, com o uso combinado de rompedores pneumáticos.

Material de 3ª Categoria (Escavação em Rocha)

Rochas são materiais encontrados na natureza que só podem ser extraídos com o emprego de perfuração e explosivos. A desagregação da rocha é obtida utilizando-se da força de expansão dos gases devido à explosão. Enquadramos as rochas duras com as rochas compactas vulgarmente denominadas, cujo volume de cada bloco seja superior a 0,50m³ proveniente de rochas graníticas, gnisse, sienito, grés ou calcário duro e rocha de dureza igual ou superior a do granito.

Neste tipo de extração dois problemas importantíssimos chamam a atenção: Vibração e lançamentos produzidos pela explosão. A vibração é resultado do número de furos efetuados na rocha com martetele pneumático e ainda do tipo de explosivos e espoletas utilizados. Para reduzir a extensão, usa-se uma rede para amortecer o material da explosão. Deve ser adotada



técnica de perfurar a rocha com as perfuratrizes em pontos ideais de modo a obter melhor rendimento de volume expandido, evitando-se o alargamento desnecessário, o que denominamos de derrocamento.

Estas cautelas devem fazer parte de um plano de fuga elaborado pela contratada onde possam estar indicados: As cargas, os tipos de explosivos, os tipos de ligações, as espoletas, método de detonação, fonte de energia (se for o caso).

As escavações com utilização de explosivos deverão ser executadas por profissional devidamente habilitado e deverão ser tomadas pelo menos as seguintes precauções:

A aquisição, o transporte e a guarda dos explosivos deverão ser feitos obedecendo às prescrições legais que regem a matéria.

As cargas das minas deverão ser reguladas de modo que o material por elas expelido não ultrapasse a metade da distância do desmonte à construção mais próxima. A detonação da carga explosiva é precedida e seguida de sinais de alerta.

Destinar todos os cuidados elementares quanto à segurança dos operários, transeuntes, bens móveis, obras adjacentes e circunvizinhanças e para tal proteção usar malha de cabo de aço, painéis etc., para impedir que os materiais sejam lançados à distância. Essa malha protetora deve ter a dimensão de 4m x 3 vezes a largura da cava, usando-se o seguinte material: Moldura em cabo de aço de 3/4", malha de 5/8". A malha é quadrada com 10 cm de espaçamento.

A malha é presa com a moldura, por braçadeira de aço, parafusada e por ocasião do fogo deverá ser atirantada nos bordos cobrindo a cava.

Como auxiliares serão empregadas também umas baterias de pneus para amortecimento da expansão dos materiais.

A carga das minas deverá ser feita somente quando estiver para ser detonada e jamais na véspera e sem a presença do encarregado do fogo (Blaster).

Devido a irregularidades no fundo da vala proveniente das explosões é indispensável a colocação de material que regularize a área para assentamento de tubulação. Este material será: Areia, pó de pedra ou outro de boa qualidade com predominância arenosa.

A escavação em pedra solta ou rocha terá sua profundidade acrescida em até 0,15m para colocação de colchão (lastro ou berço) de material selecionado totalmente isento de pedra.

Escavação em Qualquer Tipo de Solo Exceto Rocha

Este tipo de escavação é destinado à execução de serviços para construção de unidades tais como: Reservatórios, escritórios, ETAs, etc. Somente para serviços de rede de água, esgoto



e adutora se faz distinção de solo. As escavações serão feitas de modo a não permitir o desmoronamento. As cavas deverão possuir dimensões condizentes com o espaço mínimo necessário.

O material escavado será depositado a uma distância das cavas que não permita o seu retomo, por escorregamento ou enxurrada.

As paredes das cavas serão executadas em forma de taludes, e onde isto não seja possível em terreno de coesão insuficiente, para manter os cortes apurados, fazer escoramentos.

As escavações podem ser efetuadas por processo manual ou mecânico de acordo com a conveniência do serviço. Não será considerada altura das cavas, para efeito de classificação e remuneração.

Reaterro compactado

Os reaterros para serviços de abastecimento d'água ou rede coletora de esgoto serão executados, com material remanescente das escavações, à exceção do solo de 2a categoria (parcial) e escavação em rocha.

O material deverá ser limpo, isento de matéria orgânica, raízes, rocha, moledo ou entulho, espalhado em camadas sucessivas de: 0,20m se apiloadas manualmente; 0,40m, se apiloadas através de compactador tipo: sapo mecânico ou placa vibratória ou similar. Em solos arenosos consegue-se boa compactação com inundação da vala.

O reaterro deverá envolver completamente a tubulação, não sendo tolerados vazios sob a mesma; a compactação das camadas mais próximas à tubulação deverá ser executada cuidadosamente, de modo a não causar danos ao material assente.

O reaterro deverá ser executado logo em seguida ao assentamento dos tubos, não sendo permitidos que as valas permaneçam abertas de um dia para o outro, salvo casos autorizados pela fiscalização, sendo que para isso, serão deixados espaços suficientes, de acordo com instruções específicas dos órgãos competentes.

Os serviços de abertura de valas devem ser programados de acordo com a capacidade de assentamento de tubulações, de forma a evitar que, no final da jornada de trabalho, valas permaneçam abertas por falta de tubulações assentadas.

Em casos de terreno lamacento ou úmido, far-se-á o esgotamento da vala. Em seguida consolidar-se-á o terreno com pedras e então, como no caso anterior, lança-se uma camada de areia ou terra convenientemente apiloada.