



- **Junta de concretagem**

Este tipo de junta ocorre quando, devido a paralisação prevista ou imprevista na concretagem, o concreto da última camada lançada iniciou a pega, não permitindo, portanto, que uma nova camada seja lançada e vibrada com ela.

As juntas devem ser preferivelmente localizadas nas seções tangenciais mínimas, ou seja:

Nos pilares devem ser localizados na altura das vigas;

Nas vigas bi apoiadas devem ser localizadas no terço central do vão;

Nos blocos devem ser localizadas na base do pilar;

Nas paredes bi engastadas devem ser localizadas acima do terço inferior;

Nas paredes em balanço devem ser localizadas a uma altura, no mínimo igual a largura da parede.

A junta deve ser tratada por qualquer processo que elimine a camada superficial de nata de cimento, deixando os grãos de atestado parcialmente expostos, a fim de garantir boa aderência do concreto seguinte.

Pode-se empregar qualquer dos métodos seguintes:

Jato de ar e água na superfície da junta após o início do endurecimento;

Jato de areia, após 12 horas de interrupção;

Picoteamento da superfície da junta, após 12 horas de interrupção;

Passar a escova de aço e logo após lavar a superfície e aplicar argamassa de concreto ou pintura tipo colmax 2 mm de camada; O lançamento do novo concreto deve ser imediatamente precedido do lançamento de uma nova de 01 a 03cm de argamassa sobre a superfície da junta. O traço dessa argamassa deve ser o mesmo do concreto, excluído o agregado miúdo.

- **Reposição do concreto falho**

Todo e qualquer reparo que se faça necessário executar para corrigir defeitos na superfície do concreto e falhas de concretagem, deverão ser feitos pela empreiteira, sem ônus para a SRH, executados após a desforma e teste de operação de estrutura, a critério da fiscalização.

São discriminados a seguir os principais tipos de falhas:

Cobertura insuficiente de armadura.

Deve ser adotada a seguinte sistemática:





Demarcação de área a reparar;
Apiloamento da superfície e limpeza;
"Chapisco com peneira 1/4", com argamassa de traço igual ao concreto (optativo);
Aplicativo de adesivo estrutural na espessura máxima de 1mm sobre a superfície perfeitamente
seca;

Aplicação de argamassa especialmente dosada, por gunitagem ou 1° ufo (chapeamento);
Proteção da superfície contra ação de chuva, sol e vento;
Aplicação da segunda demão de argamassa para uniformizar a superfície, após 24 horas de
aplicação da primeira demão;

Alisamento da superfície com desempenadeira metálica;
Proteção da superfície contra intempérie usando-se verniz impermeabilizante, cobertura plástica
ou camada de areia, molhando-se periodicamente durante 5 dias.

Obs.: No caso de paredes e tetos, a espessura de cada camada em cada aplicação, não deve
exceder a 1cm.

- **Desagregação de concreto**

Esta falha, que resulta num concreto poroso, deve ser corrigida pela remoção da porção
defeituosa ou pelo preenchimento dos vazios, com nata ou argamassa especial e aplicação adicional de uma
camada de cobertura, para proteção de armadura. A solução deve ser adotada, tendo em vista a extensão
da falha, sua posição (no piso, na parede ou no teto da estrutura) e sua influência na resistência ou na
durabilidade da estrutura. Para recomposição da parte removida, deve-se adotar a mesma sequência já
aferida.

- **Impermeabilização**

Toda e qualquer impermeabilização realizada nas obras deverá obrigatoriamente ser realizada
com a aplicação de manta asfáltica, de espessura mínima de 4 mm, executada por pessoal qualificado. É
obrigatória a entrega de termo de garantia dos serviços de impermeabilização.

- **Vazamentos**

Será adotada a seguinte sistemática:





Demarcação, na parte externa e na parte interna, da área de infiltração;
Remoção da porção defeituosa;
Mesma sequência já referida.

- **Trincas e fissuras**

É necessário verificar se há movimento na trinca ou fissura, e qual a amplitude desse movimento, para escolha do material adequado para vedação.

Quando a trinca ou fissura puder ser transformada em junta natural, adota-se a sequência:

Demarcação da área a tratar: abertura da trinca ou fissura, de tal modo que seja possível introduzir o material de vedação;

Na amplitude máxima da trinca introduzem-se cunhas de aço inoxidável a fim de criar tensões que impeçam o fechamento;

Aplicação de material de plasticidade perene, fortemente aderente ao concreto. Esses materiais são elastômeros, cuja superfície de contato com o ar se polimeriza obtendo resistência física e química, mantendo, entretanto, a flexibilidade e elasticidade.

Quando deve ser medida a continuidade monolítica da estrutura, adotar a seguinte sistemática:

Repetem 1; 2; e 3 do item anterior;

Aplica-se uma película de adesivo estrutural;

Aplica-se argamassa especial semi-seca, que permita adensamento por percussão, na qual se adiciona aglutinante de ruga rápida e adesivo expensor.

Quando não há tensões a considerar e é desejado apenas vedar a trinca, adotar a seguinte sistemática;

Executam-se furos feitos com broca de diamante ao longo da trinca, espaçados de 10 cm e com 5 cm de profundidade, sem atingir a armadura;

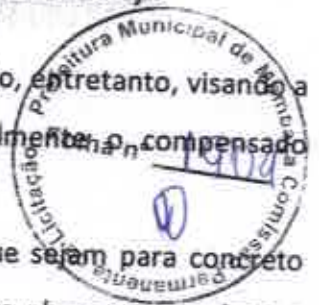
Cobre-se a trinca com um material adesivo, posicionando os tubinhos de injeção;

Injeta-se material selante adesivo (epóxi) com bomba elétrica ou manual apropriado.

15.8 - FÔRMAS

Todas as fôrmas para concreto armado serão confeccionadas em folhas de compensado com espessura mínima de 12mm, para utilização repetidas no máximo 4 vezes. A precisão na colocação de fôrmas será de 5mm (mais ou menos).





Para o caso de concreto não aparente, se aceita o compensado resinado, entretanto, visando a boa técnica, a qualidade e aspecto plastificado, pode-se adotar preferencialmente o compensado plastificado.

Serão aceitos, também formas em virolas, tábuas de pinho, desde que sejam para concreto rebocado e estrutura de até 2 pavimentos de obras simples. Não são válidas para obras em que haja a montagem de equipamentos vibratórios.

Nas costelas não serão admitidos ripões, devendo ser as mesmas preparadas a partir da tábua de pinho ou virola de 1" de espessura.

Nas lajes onde houver necessidade de emendas de barrotes, as mesmas não deverão coincidir com suas laterais.

No escoramento (cimbramento) serão utilizados de preferência barrotes de seção quadrada com 10cm ou cilíndrico tipo estronca com 12cm de diâmetro.

As fôrmas deverão ter as amarrações e escoramentos necessários, para não sofrerem deslocamento ou deformações quando do lançamento do concreto e não se deformarem, também sob a ação das cargas e das variações de temperatura e umidade.

As passagens de canalizações através de quaisquer elementos estruturais deverão obedecer rigorosamente às determinações do projeto, não sendo permitida a mudança de posição das mesmas, salvo em casos especiais.

As peças que transmitirão os esforços de barroteamento das lajes para escoramento deverão ser de madeira de pinho de 3" ou virola, com largura de 15cm e espessura de 1". O escoramento da laje superior deverá ser contraventado no sentido transversal, a cada 3,0m de desenvolvimento longitudinal, com peças de madeira de pinho de 3" ou virola e espessura de 1". A posição das fôrmas (prumo e nível) será objeto de verificação permanente, principalmente durante o lançamento do concreto.

Para um bom rendimento do madeirite, facilidade de desforma e aspecto do concreto, as formas devem ser tratadas com molde liso ou similar, que impeçam aderência do concreto à fôrma. Os pregos serão rebatidos de modo a ficarem embutidos nas fôrmas.

Por ocasião da desforma não serão permitidos choques mecânicos. Será permitida a amarração das fôrmas com parafusos especiais devidamente distribuídos, se for para concreto aparente, ou a introdução de ferros de amarração nas fôrmas através da ferragem do concreto.



Deverão ser observadas, além da reprodução fiel do projeto, a necessidade ou não de contra flecha, superposições de pilares, nivelamento das lajes e vigas, verificação do escoramento, contraventamento dos painéis e vedação das formas para evitar a fuga da nata de cimento.

O caibramento será executado de modo a não permitir que, uma vez definida as posições das formas, seus alinhamentos, e prumadas ocorrem seções e prumadas, ocorram deslocamentos de qualquer espécie antes, durante e após. Deverão ser feitos estudos de posicionamento e dimensionamento do conjunto e seus componentes, para que por ocasião da desforma, sejam atendidas as seções e cotas determinadas em projetos. As peças utilizadas para travesso contranivelamento etc. deverão possuir seção condizente com as necessidades. Nenhuma peça componente deverá possuir mais que uma emenda em 3m e esta emenda situa-se sempre fora do terço médio. O caibramento poderá também ser efetuado com estrutura de aço tubular.

Prazo mínimo para retirada das formas: Faces laterais 3 dias; Faces inferiores 14 dias com escoras; Faces inferiores 21 dias com pontalete.

15.9 - ARMADURAS

Observar-se-á na execução das armaduras se o dobramento das barras confere com projeto das armaduras o número de barras e suas bitolas, a posição correta dos mesmos amarração e recobrimento.

Não será permitido o número de barras, diâmetros, bitolas e tipos de aço, a não ser com autorização por escrito do autor do projeto.

As armaduras, antes de serem colocadas nas formas, deverão ser perfeitamente limpas de quaisquer detritos ou excessos de oxidação. As armaduras deverão ser colocadas nas formas de modo a permitir um recobrimento das mesmas pelo concreto. Para tanto poderão ser utilizados calços de concreto, pré-moldados ou plásticos. Estes calços deverão ser colocados com espaçamento conveniente.

As emendas de barras da armadura deverão ser feitas conforme o projeto. O não previsto só poderão ser localizadas e executadas conforme o item 6.3.5 da NB-1 (ABNT).

As armaduras a serem utilizadas deverão obedecer às prescrições da EB-3, e EB-233, da ABNT.

15.10 - TUBOS, CONEXÕES E ACESSÓRIOS

15.10.1 - Ferro Fundido





- **Geral**

Todos os tubos e conexões de ferro fundido deverão ser revestidos com argamassa de cimento, exceto aqueles usados para drenos, os quais não receberão revestimento.

- **Tubos**

Os tubos de ferro fundido deverão ser fabricados pelo processo de centrifugação, de acordo com as Especificações Brasileiras EB-137 e EB-303.

As juntas do tipo ponta e bolsa elástica (com anel de borracha), e juntas mecânicas (do tipo Gibault) deverão estar em conformidade com as especificações EB-137 e EB-303, classe normal da ABNT.

As juntas flangeadas deverão obedecer a Norma PB-15 da ABNT.

O assentamento das tubulações deverá obedecer às normas da ABNT-126 e ao indicado no item especial das presentes especificações.

- **Conexões**

Todas as conexões de ferro fundido deverão ser fabricadas de conformidade com a Norma PB-15 da ABNT.

Os tipos de juntas de ligação para as conexões serão as mesmas especificadas para os tubos e deverão obedecer às normas já citadas para os tubos.

As arruelas para as juntas flangeadas serão fabricadas em placas de borracha vermelha.

Os anéis de borracha para as juntas mecânicas e elásticas deverão estar de acordo com a Norma EB-137 da ABNT.

- **PVC RÍGIDO**

Os tubos de PVC rígido com ponta bolsa e anel de borracha (PBA) deverão ser da classe indicada no projeto.

Classe 12 para pressão de serviço até 60 m.c.a.

Classe 15 para pressão de serviço até 75 m.c.a.

Classe 20 para pressão de serviço até 100 m.c.a.

Fabricados de acordo com a EB-123 da ABNT, com Diâmetro Nominal (DN) conforme indicado no projeto.



O assentamento das tubulações deverá obedecer a PNB-115 da ABNT.

- **VÁLVULAS E APARELHOS**

1. **REGISTRO DE GAVETA CHATO COM FLANGES E VOLANTE**

Registro de gaveta, série métrica chata, corpo e tampa em feno fundido dúctil NBR 6916 classes 42012, cunha e anéis do corpo em bronze fundido ASTM 862, haste fixa corri rosca trapezoidal em aço inox, conforme a ASTM A-276 GR410, junta corpo/tampa, em borracha ABNT EB362, gaxeta em amianto grafitado, extremidades flangeadas conforme ISO 2531 PN 16 (pressão de trabalho 16 BAR) e acionamento através de volante. Padrão construtivo ABNT PB 816 partes 1.



2. **VENTOSAS SIMPLES COM FLANGE OU COM ROSCA (Conforme Projeto)**

Ventosas simples com flange ISO 2531 PN10, corpo, tampa e flange em feno fundido dúctil NBR 6916 classes 42012, niple de descarga em latão, flutuador esférico e junta em borracha, padrão construtivo barbará ou similar.

- **ENSAIOS DA LINHA**

Serão efetuados de acordo com as exigências das normas da ABNT.

- **ENSAIO DE PRESSÃO HIDROSTÁTICA**

Deverá ser observada a seguinte sistemática:

Enche-se lentamente de água a tubulação;

Aplica-se pressão de ensaio de acordo com a pressão de serviço com que a linha irá trabalhar;

O ensaio deverá ter a duração de uma hora;

Durante o teste a canalização deverá ser observada em todos os seus pontos.

- **ENSAIO DE ESTANQUEIDADE**

Uma vez concluído satisfatoriamente o ensaio de pressão, deverá ser verificado se, para manter a pressão de ensaio foi necessário algum suprimento de água.

Se for o caso, este suprimento deverá ser medido e a aceitação da adutora ficará condicionada a que o valor obtido seja inferior ao dado pela fórmula: $Q = NDP \cdot 1.3.992$ onde:





- Q = vazão em litros/hora;
- N = número de juntas da tubulação ensaiada;
- D = diâmetro da tubulação;
- P = pressão média do teste em kg/cm.

• LIMPEZA E DESINFECÇÃO

O construtor fornecerá todo o equipamento, mão-de-obra e materiais apropriados para a desinfecção das tubulações assentadas.

A desinfecção será pelo fechamento das válvulas ou por tamponamento adequados. A desinfecção se processará da seguinte forma:

Utilizando-se um alimentador de solução de água e cloro, isto é, um tipo de clorador, à medida que a tubulação for cheia de água, mas de tal forma que a dosagem aplicada não seja superior a 50 mg /l.

Cuidados especiais deverão ser tomados para evitar que fortes soluções de água clorada, aplicada as tubulações em desinfecção, possam refluir a outras tubulações em uso.

Com o teste simultâneo de vazamento, será considerada a vazão de água clorada que entrar na tubulação em desinfecção, menos a vazão resultante medida nos tamponamentos, ou nas válvulas situadas nas extremidades opostas às extremidades de aplicação de água clorada.

O índice de vazamento tolerado não deverá ultrapassar a 4 litros para cada 1600 m de extensão da tubulação em teste, durante 24 horas. A fiscalização, para cada teste dará o seu pronunciamento.

A água clorada para desinfecção deverá ser mantida na tubulação o tempo suficiente, a critério da fiscalização, para a sua ação germicida. Este tempo será, no mínimo de 24 horas consecutivas. Após o período de retenção da água clorada, os resíduos de cloro nas extremidades dos tubos e outros representativos, serão no mínimo, de 25 mg/l. O processo de cloração especificado será repetido, se necessário e a juízo da fiscalização, até que as amostras demonstrem que a tubulação está esterilizada.

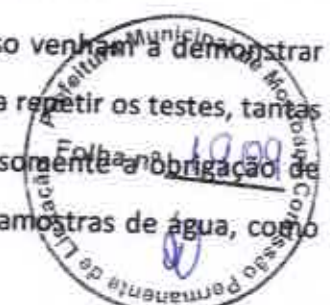
Durante o processo de cloração da tubulação, as válvulas e outros acessórios serão mantidos sem manobras, enquanto as tubulações estiverem sob cargas de água fortemente clorada. As válvulas que se destinarem a ligações com outros ramais do sistema permanecerão fechadas até que os testes e os resultados finais dos trechos em carga estejam finalizados.

Após a desinfecção, toda a água de tratamento será esgotada da tubulação e suas extremidades.



Análises bacteriológicas das amostras serão feitas pela Contratante e caso venham a demonstrar resultados negativos da desinfecção das tubulações, o Construtor ficará obrigado a repetir os testes, tantas vezes quantas exigidas pela fiscalização e correção por sua conta integral, não somente a obrigação de fornecer a Contratante as conexões e aparelhos necessários para a retirada das amostras de água, como também as despesas para repetição do processo de desinfecção.

Na lavagem deverão ser utilizadas, sempre que possível velocidade superior a 0,75 m/s.



15.11 - CONJUNTO MOTO BOMBAS

15.11.1 - Fornecimento e Instalações de Sistemas de Bombeamento

- Geral

Os conjuntos motobombas submersos a serem fornecidos seguirão as exigências da CAGECE/SRH e demais normas de fabricantes instalados no Brasil, com as seguintes características básicas:

Motores rebobináveis, trifásico ou monofásico, potência adequada ao consumo do bombeador. Opcionalmente os conjuntos motobombas com potencias até 3cv, poderão ser fornecidos com motores tipo blindados, totalmente em aço inoxidável, hermeticamente fechado.

O bombeador deverá ser multiestágio, cujo dimensionamento seguirá sempre a faixa ótima de rendimento do modelo, com a apresentação da planilha de teste de performance por equipamento.

As características complementares do bombeador e do motor estão expressas na tabela abaixo:

BOMBEADOR

COMPONENTES	ESPECIFICAÇÕES
Eixo	Aço inox Cr Ni ou Aço inox AISI 420 ou 304
Corpo da Bomba	Aço inox Cr Ni ou Aço inox AISI 304
Estágios	Aço inox AISI 304 ou Tecnopolímero injetado
Corpo da válvula de retenção	Aço inox AISI 304 ou Bronze
Corpo de Sucção	Aço inox AISI 304 ou Níquel



Rotores	Aço inox AISI 304 ou Tecnopolímero injetado
Difusores	Aço inox AISI 304 ou Tecnopolímero injetado
Bucha de desgaste	Aço inox AISI 304 ou Tecnopolímero injetado
Bucha de guia	Aço inox AISI 304 ou Borracha Nítrica
Acoplamento	Aço inox AISI 304 ou Bronze

Tabela 11*

MOTOR

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICAÇÕES
Eixo	Aço inox Cr Ni ou Aço inox AISI 420 ou 306 ou 304
Extrator	Aço inox Cr Ni ou Aço inox AISI 304 ou Aço silício
Mancal Axial	Aço inox AISI 304 ou Cerâmica carbonato
Suporte superior	Aço inox AISI 304
Suporte inferior	Aço inox AISI 304
Carcaça	Aço inox AISI 304

Tabela 12*

• **Pintura dos Equipamentos**

Todas as superfícies metálicas, não condutoras de corrente elétrica, deverão ser pintadas e submetidas tratamento adequado, o qual deverá proporcionar boa resistência a óleos e graxas em geral, garantindo durabilidade, inalterabilidade das cores, resistência à corrosão, boa aparência e fino acabamento.

Os armários dos painéis dos quadros de comando deverão receber pintura eletrostática e acabamento em pintura sintética.





- **Abrigo para quadro de comando**

A construção do abrigo será executada com fechamento em alvenaria de tijolo maciço assentado de meia vez com reboco constituído de argamassa de cimento e areia e deverá ser pintado com tinta branca à base de cal até três demãos.

Deverá ser instalado, na parte externa, pontos de luz sobre a porta, abaixo da laje de cobertura e através da instalação de um cachimbo de PVC que deverá servir para entrada da fiação do quadro elétrico. Estes serviços deverão ser executados rigorosamente de acordo com o projeto, dimensões e padrões contidos nos desenhos de detalhes, levando-se em consideração a distância das unidades.

- **Proteção para poços tubulares**

A proteção do poço tubular consistirá em dois anéis pré-moldados de concreto e tampa também em concreto. O assentamento dos anéis deverá ser feito sobre a laje de proteção construída conforme especificado em projeto. Feita a colocação dos anéis, deverá ser colocada a tampa com sub-tampa que servirá de acesso às instalações. A sub-tampa deverá ser alinhada verticalmente com a boca do poço.

- **Serviços Hidráulicos e Elétricos para montagem de Equipamentos**

Para instalação de bombas submersas serão necessários dois pares de braçadeiras, adequadas ao diâmetro externo dos tubos de recalque, bem como de um dispositivo de elevação confiável (tipo tripé) com capacidade de carga adequada aos serviços.

Antes de a instalação verificar se o conjunto motobomba não foi danificado no transporte; se o cabo não sofreu ruptura na isolação e examinar a voltagem do equipamento (placa de identificação) para ver se corresponde à voltagem da rede onde será ligada.

Para união dos cabos das bombas submersas com os cabos de alimentação que estiverem dentro do poço, em contato com a água, será necessária a utilização de isolamento tipo mufla, apropriado e recomendado para uso dentro da água.

A ligação do cabo elétrico ao conjunto motobomba deve ser feita antes da ligação ao painel de comando elétrico.

Para içar e descer o conjunto motobomba deverá ser usado um pendurador ou cabeçote, bem como trava mecânica para interromper a descida e fazer a conexão dos tubos.

Não se esquecer de encher a bomba com água antes de descê-la.



- **Quadro Elétrico de Comando e Proteção**

Os quadros deverão ser instalados no interior da casa de proteção de um só compartimento, construída em alvenaria e seu acesso se fará através de portinhola com trinco ou maçaneta, conforme projeto.

Os quadros de comando e proteção dos conjuntos motobomba, a serem fornecidos seguirão os padrões do SISAR, com as seguintes características básicas:

Dimensionamento de acordo com a potência do equipamento de bombeio ao sistema, e composto com:

Para conjuntos até 3,0 cv (inclusive): contator, relê bi-metálico, relê falta de fase, relê de nível com eletrodos, timer de programação, horímetro, voltímetro, chave comutadora, chave seccionadora, botoeira liga/desliga, chave seletora manual/automático, fusíveis de força, e comando.

Para conjuntos acima de 5,0cv: contator, relê bi metálico, relê falta de fase, relê de nível com eletrodos, timer de programação, horímetro 220 v 6 dígitos, voltímetro 96x96 com comutador, transformador de corrente, amperímetro 96x96 com comutador, chave softstarter, chave seccionadora tripolar, botoeira liga/desliga, chave seletora manual/automático, canaleta de proteção de fios, fusíveis de força, e comando.

- **Garantia**

A contratada deverá apresentar, juntamente com os equipamentos, um "Termo de Garantia", fornecido pelo fabricante, que deverá cobrir quaisquer defeitos de projeto, fabricação, falha de material, relativamente ao fornecimento.

Este "Termo de Garantia" deverá ter validade mínima de 12 meses a partir da data de entrega.



16.0 - CÁLCULOS E DIMENSIONAMENTOS

16.1 - DIMENSIONAMENTO DA ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

• DEMANDA E VAZÕES DO PROJETO

• Dados para dimensionamento:

Alcance do Projeto	20 anos
Taxa de crescimento	1 %a.a
Número de unidades habitacionais	209 unidades
Taxa de ocupação	3,68 hab/und
Consumo per capita	100 L/hab./dia
Coefficiente do dia de maior consumo (K1)	1,2
Coefficiente da hora de maior consumo (K2)	1,5

1. População de projeto:

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

769 habitantes

$$P = P' * \text{Tx. Crescimento}$$

938 habitantes

2. Vazão média de consumo:

$$Q_m = (P * \text{consumo per capita}) / 86400$$

1,086 l/s

3. Vazão do dia de maior consumo:

$$Q_{md} = Q_m * K1$$

1,303 l/s

4. Vazão da hora de maior consumo:

$$Q_{mh} = Q_{md} * K2$$

1,955 l/s

• ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

• Dados para dimensionamento:

Tempo de funcionamento da bomba (t)	16 horas
Comprimento Tubulação em PVC (L')	1813,67 m
Comprimento Tubulação PEAD (Lp)	60,00 m
Coefficiente do tipo de material (C)	140
Nível mínimo de captação do manancial (Nmc)	247,39 m
Nível máximo de recalque do manancial (Nmr)	279,81 m
Altura da Câmara de Carga (Ac)	6,05 m
Constante em função do material PVC (K)	18
Aceleração da gravidade (G)	9,81 m/s ²

5. Vazão de adução

$$Q_{a'} = (Q_{md} * 24) / t$$

1,955 l/s

Considerando 5% de acréscimo para lavagem de filtros

$$Q_a = Q_{a'} + 5\%$$

2,053 l/s



6. Diâmetro da tubulação:

$$D = 1,2 \times \sqrt[3]{Qa}$$

(Fórmula de Bresse)

Diâmetro adotado:

0,054

0,075 m

7. Área da tubulação:

$$A = D^2 / 4$$

0,004 m²

8. Velocidade na tubulação:

$$V = Qa / A$$

0,465 m/s

9. Perdas de Carga:

Perda de carga unitária

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

0,0037 m/m

Perda de carga unitária total

$$Jt = J \times L'$$

6,63 m

Perda de carga localizada

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

0,0734 m

Barrilete e Quantidades

Redução (1)
Válvula de Retenção (1)
Válvula de gaveta (registro) (1)
Curvas (3) de 90°
L. União
Registro
Σ k - Comprimento equivalente

Coefficiente (k)	Total
0,15	0,15
2,5	2,5
0,2	0,2
1,2	3,6
0,01	0,01
0,2	0,2
Total	6,66

10. Perda de carga total:



$$H_t = H_f + J$$

11. **Desnível geométrico:**

$$H_g = N_{mr} - N_{mc} + A_d$$

38,47 m

12. **Altura manométrica total:**

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

45,18 m.c.a

13. **Golpe de ariete celeridade:**

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

602,93 m/s

14. **Golpe sobre pressão máxima na extremidade da linha:**

Sobre pressão no tubo:

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

28,57 m.c.a

Golpe de pressão máxima instalada:

$$P = H_a + H_g$$

67,04 m.c.a

• **CÁLCULO DA BOMBA**

• **Dados para dimensionamento:**

Rendimento do motor (η)

65 %

Vazão de adução (Q_a)

2,053 l/s

Altura manométrica total (Hmt)

45,18 m.c.a

15. **Potência da bomba para fim de projeto**

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

1,90 cv



$P = P' \cdot f$

2,85

Potência Fim de Projeto =

3,00

Tipo de bomba: **Submersa**
 Potência adotada: **3,00** HP
 Voltagem: **220/380** V
 Frequência: **50** Hz

• Tabelas Utilizadas:

HP	12	15	20
50	2,7	3	4,3
75	3,9	5	6,1
100	5	6,1	7,8
150	6,8		

Tabela: Especificações Tigre

Classe adotada tubulação da adutora: **15**

Classe	Pressão
12	60
15	75
20	100

Tabela: Autor Azevedo Neto

Verificação: **Ok!**

Classe de bomba	Fator de correção
< ou = 2 HP	50%
2 a 5 HP	30%
5 a 10 HP	20%
10 a 20 HP	15%
> de 20 HP	10%

Tabela: Autor Azevedo Neto

Fator de correção adotado: **50%**



16.2 - DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

• CÂMARA DE CARGA:

• Dados para dimensionamento (H₂O à 25 °C):

Vazão de adução (Qa)	0,86 l/s
Valor de Pi (π)	3,14

01. Diâmetro Adotado (Da) 0,40 m

02. Altura Adotada (Ax) 5,80 m

03. Área da Câmara de Carga (Ac)

$Ad = Qa \times 86,4 + Tx$	7,54 m ³
----------------------------	---------------------

04. Diâmetro tubulação de entrada (Da) 100 mm

05. Diâmetro tubulação de saída (Ds) 100 mm



Diâmetro: 0,40 m

Altura Total: 5,80 m

Câmara de Carga. Fonte: Autor, 2019.

• DIMENSIONAMENTO DO FILTRO:

• Dados para dimensionamento:

Vazão de adução (Qa)	2,05 l/s
Valor de Pi (π)	3,14
Peso Específico (Ps)	9765 N/m ³
Massa Específica (M)	995,7 kg/m ³
Viscosidade Absoluta (Va)	0,000798 N.s/m ²

Viscosidade Cinemática (ν)
Aceleração da gravidade (g)
Tempo de Funcionamento da bomba (T_f)

0,000000804 m²/s
9,81 m/s²
16,00 horas

01. Taxa de aplicação superficial

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

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

02. Vazão de adução diária

$$Q_{ad} = (Q_f \times T_f)$$

118,25 m³/d

03. Diâmetro do filtro adotado (D_f)

1,50 m

04. Área Calculada (A_{fc})

$$A_{fc} = (\pi \times D_f^2) \div 4$$

1,77 m²

Área do filtro adotada (A_{fa}) 2,00 m²

05. Correção da taxa de aplicação (Tas_{corr})

$$Tas_{corr} = ((Q_f \times 24) \div A_{fa})$$

66,95 m³/m².dia

06. Altura útil do filtro (At_f)

$$At_f = H + L1 + L2 + L3$$

3,00 m



Diâmetro: 1,50 m

Altura total: 3,00 m

[Handwritten signature]

[Blacked out area]

Fonte: Autor, 2019.

07. Dimensionamento da calha coletora

7.2 Vazão de lavagem do filtro (Q_f)

$$Q_f = V_{mf} \times A_{fr}$$

0,0208 m³/s

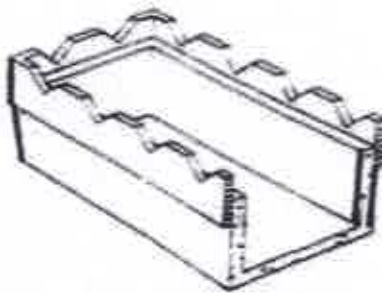
7.3 Largura útil da calha adotada (b)

0,20 m

7.4 Altura máxima da água (H)

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

0,19 m



Largura adotada:

0,20 m

Altura: 0,20 m

Largura: 0,20 m

Fonte: Vianna, 2014

08. Dimensionamento do sistema de lavagem

8.1 Cálculo do diâmetro equivalente dos grãos (D_{eq})

$$D_{eq} = \sqrt[3]{((0,6/1000) \times (2/1000))}$$

0,001086 m

8.2 Cálculo do número de Galileu (Ga)

$$Ga = (D_{eq}^3 \times M \times (m - M) \times g) / \nu^2$$

32525,88 -

8.3 Velocidade de mínima de fluidização (Vmf)

$$V_{mf} = (V_a + (M \times Deq)) \times \sqrt{((33,7)^2 + 0,0408 \times G_a) - 33,7}$$

0,01 m/s

0,71 m/min

Velocidade adotada

1,0 m/min

8.4 Velocidade ascensional (Vas)

$$V_{as} = V_{mf} \text{ arred} \div 60$$

0,017 m/s

8.5 Determinação da porosidade do meio filtrante (PE)

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

0,50 porosidade

8.6 Expansão do meio filtrante (E%)

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

19,47 %

8.7 Altura do meio filtrante (Le)

$$L_e = L \times ((1-P) \div (1-P_e))$$

1,31 m

09. Cálculo da perda de carga no sistema de lavagem

9.1 Perda de carga no leito de areia (Hlf)

$$H_{lf} = ((m - M) - 1) \times (1-P) \times L_{total}$$

1,10 m

9.2 Perda de carga na camada de suporte (Hcs)

0,50 m

9.3 Perda de carga no sistema de drenagem (Hsd)

$$H_{sd} = [(Q_0)/(C_d \times A_0)]^2 / (2g)$$

0,2876 m



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

$$V_{la} = (Q_{lf}/3600) \div (\pi \times (D_{l,a}/2000)^2)$$

2,64 m/s

9.5 Diâmetro das tubulações adotado (d)

0,10 m

9.6 Coeficiente de rugosidade - PVC (ε)

0,10 mm

9.7 Perda de carga distribuída na sucção (J_s)

$$J_s = (8 \times f \times Q_{lf}^2) / (g \times \pi^2 \times d^5)$$

0,028726 m

9.8 Perda de carga total na sucção (H_s)

$$H_s = J_s \times L_s$$

0,9890 m

9.9 Perda de carga unitária no recalque (J_r)

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

0,028726 m

9.10 Perda de carga total no recalque (H_r)

$$H_r = J_r \times L_s$$

0,1330 m

9.11 Perda de carga no fundo do filtro

1,0 m

9.12 Altura geométrica (H_g)

5,5 m

9.13 Somatório das perdas de carga (ΣH)

4,01 m

9.14 Altura manométrica (H_m)

$$H_m = H_g + \Sigma H$$

9,51 m.c.a

10. Dimensionamento da bomba para lavagem do filtro



10.1 Potência calculada (P)

$$P = (Qlf \times Hmt) / (75 \times 0,65)$$

4,05 CV

10.2 Potência corrigida (Pc)

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

5,26 CV

Potência adotada: 5,50 CV

11. Perda de carga no sistema de filtração

11.1 Velocidade na tubulação de filtração (Vfa)

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

0,07 m/s

11.2 Diâmetro das tubulações de filtração adotado (d)

0,10 m

11.3 Coeficiente de rugosidade - PVC (ϵ)

0,10 mm

11.4 Perda de carga unitária na sucção (Js)

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

0,0287 m

11.5 Perda de carga total na sucção (Hs)

$$Hs = Js \times Ls$$

0,2276 m

11.6 Perda de carga unitária no recalque (Jr)

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

0,0287 m

11.7 Perda de carga total no recalque (Hr)

$$Hr = Jf \times Ls$$

0,1329 m

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

12.1 Perda de carga no sistema de drenagem (ho)

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

0,0012 m

12.2 Cálculo da velocidade de filtração (Vf)

$$V_f = Q_f \div A_f$$

0,0000048 m/s

12.3 Perda de carga no leito (h1)

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

0,0001106 m

12.4 Perda de carga na camada de suporte (h2)

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

0,0000002 m

12.5 Perda de carga no vertedor de saída (h3)

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

0,15 m

12.6 Perda de carga total (HT)

$$HT = h_o + h_1 + h_2 + h_3$$

0,15 m

• DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO APOIADO:

01. Volume útil do reservatório apoiado (Vrap)



$$V_{rap} = (Q/60) \times 10$$

12,45 m³

Volume útil adotado:

17,00 m³

02. Diâmetro do reservatório adotado (Drap)

3,00 m

03. Quantidade de reservatórios

1,00 und

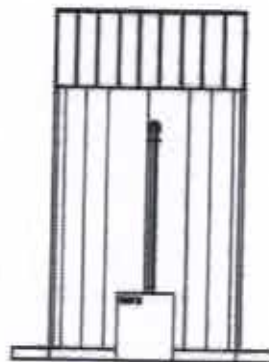
04. Volume do reservatório

17,00 m³

05. Altura útil do reservatório (Arap)

$$A_{rap} = (V_{rap}/(\pi \times D_{rap}^2/4))$$

2,41 m



Diâmetro: 3,00 m

Altura útil: 2,41 m

Fonte: Autor, 2019.

• CÁLCULO DA DOSAGEM DE COAGULANTE:

Dados para dimensionamento:

C % Percentual de conc. dosagem adot. (C)

25 mg/L

Percentual de proporção para dosagem adot. (%)

3,0 %

Vazão do sistema (Qs)

7,39 m³/h

1. Vazão dosadora (Qd)

$$Q_d = (Q_s \times C)/(20)$$

6,16 l/h

2. Volume do tanque (Z)



$$Z = Qd \times 16$$

98,54 litros

Volume adotado: **100,00 litros**



Para o tempo de uso dia de 16 horas

3. Consumo do coagulante para funcionamento de 16 horas

Volume do Tanque (Z)	100,00 litros
Percentual Concentração (%c)	3,0 %
Tempo de Funcionamento (Tf)	16 horas
Vazão da dosagem (Qd)	6,16 l/h
Concentração da aplicação (Ca)	25 mg/l

Faixas de Consumo Coagulante	Consumo Hora	0,185	mg
	Consumo Dia	2,956	kg
	Consumo Mês	88,686	kg



• Tabelas Utilizadas:

8.4 Para o cálculo das interações de expansão de lavagem referentes a Gal e Vmf:

Calculando Gal:

$$(P \times (m-M) \times (deqi^3)) / (Va^2)$$

Calculando Vmf:

$$(Va + (M \times deqi)) * (((33,7^2) + (0,0408 \times Gal))^5 - 33,7)$$

Espessura da camada (L)	1,6	m
Tamanho dos grãos	0,6	mm
Tamanho dos grãos em tabela	2,0	mm
Tamanho efetivo - d10	0,84	mm
Coefficiente de desuniformidade (Cd)	1,68	-
Coefficiente de esfericidade (Ce)	0,7	-
Massa específica (m)	2650	Kg/m ³
Porosidade (P)	0,40	m

Tabela obtida em: (Di Bernardo, 2003)

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

Tabela obtida em: (Di Bernardo, 2003)

Número de vigas por filtro N _v	4
Espaçamento entre os orifícios X _o (m)	0,19
Número de orifícios N _o	165
Diâmetro de cada orifício D _o (pol.)	0,75
Diâmetro de cada orifício D _o (m)	0,01905
Área de cada orifício A _o (m ²)	0,000285
Vazão em cada orifício Q _o (m ³ /s)	0,000413
Velocidade de passagem pelo orifício V _o (m/s)	1,45
Coefficiente de descarga C _d	0,61
Perda de Carga H _{vd}	0,288 m

[Handwritten signature]





$V_{e,máx} =$	5,80	m/s	Dentrada:	100	mm
$V_{s,máx} =$	5,60	m/s	Dsaída:	100	mm
$V_{d,máx} =$	3,20	m/s	Ddrenagem:	100	mm
$V_{ia} =$	2,64	m/s			Correto!
$V_{ib} =$	2,64	m/s			Correto!
$V_{ie} =$	2,64	m/s			Correto!

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

Reynolds (Re):

$$Re = (4 \times Q_{if}) / (\pi \times d \times v) = 328660,84$$

Fator (f):

$$(0,25) / (\log(\epsilon + 3,7 \times d) + (5,74 \div (Re^{0,9}))^2) = 0,0081$$

Característica da camada de suporte (DI Bernardo, 2003)

Válvula de pé e crivo	265 D	26,5	m
Curva 90° R/D = 1,5	12,8 D	1,28	m
Entrada	14,7D	1,47	m
Tê de passagem direta	21,8D	2,18	m
Comp. Real	3	3	m
Comp. Total (L_s)		34,43	m

Perda de carga localizada: **34,43 m**

Saída		0	m
curva 90° R/D = 1	17,5D	1,75	m
Tê passagem direta	21,8D	2,18	m
Comp. Real		0	m
Registro de gaveta aberto	7D	0,7	m
Comp. Total (L_s)		4,63	m

Perda de carga localizada: **4,63 m**

Handwritten signature and stamp

Sistema de Abastecimento de Água
Sabonete e Piçarra - Mombaca - CE

Adicionar ao somatório de perdas de carga a perda de carga no fundo, que segundo Vianna (2014), variam entre 0,50 e 1,0 m.

< ou = 2 HP	50%
2 a 5 HP	30%
5 a 10 HP	20%
10 a 20 HP	15%
> de 20 HP	10%

Fator de correção adotado segundo a tabela acima: 30%

$V_{fa,máx} =$	0,60 m/s	Entrada:	100 mm
$V_{fa,mín} =$	1,20 m/s	Saída:	100 mm
$V_{fa} =$	0,07 m/s		Correto!
$V_{fe} =$	0,07 m/s		Correto!

Reynolds (Re):

$$Re = (4 \times Q/f) / (\pi d v) = 328660,837$$

Fator (f):

$$(0,25) \div (\log (\epsilon \div 3,7 \times d) + (5,74 \div (Re^{0,9}))^2 = 0,008063$$

Entrada de canalização	14,7 D	1,47	m
Curva 90º R/D = 1,5	12,8 D	1,28	m
Tê de passagem direta	21,8D	2,18	m
Comp. Real	3	3	m
Comp. Total (L_c)		7,93	m

[Handwritten signature]

Salida		0	m
Curva 90° R/D =1	17,5D	1,75	m
Tê passagem direta	21,8D	2,18	m
Comp. Real		0	m
Registro de gaveta aberto	7D	0,7	m
Comp. Total (L_s)		4,63	m

Número de vigas por filtro N _v	4
Espaçamento entre os orifícios X _o (m)	0,19
Número de orifícios N _o	165
Diâmetro de cada orifício D _o (pol.)	0,75
Diâmetro de cada orifício D _o (m)	0,01905
Área de cada orifício A _o (m ²)	0,000285
Vazão em cada orifício Q _o (m ³ /s)	0,000027
Velocidade de passagem pelo orifício V _o (m/s)	0,1
Coefficiente de descarga C _d	0,61

1	0,55000	0,00119	0,00100	0,46	0,0011	420,15
2	0,25000	0,00141	0,00119	0,21	0,0013	160,83
3	0,25000	0,00168	0,00141	0,21	0,0015	135,36
4	0,07500	0,00200	0,00168	0,06	0,0018	34,10
5	0,07500	0,00240	0,00200	0,06	0,0022	28,53
Altura do leito	1,20		Total	1,00	Total	778,97

1	0,18	0,0381	0,0254	0,36	0,031	11,57
2	0,08	0,0254	0,0190	0,16	0,022	7,28
3	0,08	0,0190	0,0127	0,16	0,016	10,30
4	0,08	0,0127	0,0064	0,16	0,009	17,75
5	0,08	0,0064	0,0032	0,16	0,005	35,36
Altura suporte	0,50		Total	1,00	Total	82,26

16.3 - DIMENSIONAMENTO DA ADUTORA DE ÁGUA TRATADA E RESERVAÇÃO

• ADUTORA DE ÁGUA TRATADA

• Dados para dimensionamento:

Vazão de adução (Qa)	1,955 l/s
Comprimento Tubulação em PVC (L)	3207,04 m
Coefficiente do tipo de material (C)	140
Nível mínimo de captação do manancial (Nmc)	279,81 m
Nível máximo de recalque do manancial (Nmr)	280,05 m
Altura do Reservatório (Ar)	9,53 m
Constante em função do material PVC (K)	18
Aceleração da gravidade (G)	9,81 m/s ²

1. Vazão:

$$Q = Qa \quad 1,955 \text{ l/s}$$

2. Diâmetro da tubulação:

$$D = 1,2 \times \sqrt[3]{VQ} \quad 0,0531 \text{ m}$$

(Fórmula de Bresse)

Diâmetro adotado: 0,075 m

3. Área da tubulação:

$$A = \frac{D^2}{4} \quad 0,004 \text{ m}^2$$

4. Velocidade na tubulação:

$$V = \frac{Q}{A} \quad 0,443 \text{ m/s}$$

5. Cálculo da sobrepressão:

Perda de carga unitária

$$J = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87} \quad 0,0033 \text{ m/m}$$

Perda de carga unitária total

$$Jt = J \times L^t \quad 10,7144 \text{ m}$$

[Handwritten signature]

Comitê de Abastecimento de Água
Sabonete e Piçarra - Mombaca - CE

Perda de carga localizada

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

0,0847 m

Sucção

Crivo (ou filtro)

Válvula de pé

Redução

Canalização de sucção

Curva de 90°

Redução excêntrica

Σk - Comprimento equivalente

k

0,75

1,75

0,15

0,03

0,4

0,15

3,23

Barrilete

Redução

Válvula de retenção

Válvula de gaveta (registro)

Curvas (3) de 90°

Σk - Comprimento equivalente

k

0,15

2,5

0,2

2,4

5,25

6. Perda de carga total

$$Ht = Jt + Hl$$

10,80 m

7. Desnível geométrico

$$Hg = Nmr - Nmc + Ar$$

9,77 m

8. Altura manométrica total

$$Hmt = Hg + Hf$$

20,57 m.c.a

9. Golpe de aríete - Celeridade:

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

498,47 m/s

10. Golpe sobre pressão máxima na extremidade da linha





Sobre pressão no tubo:

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

22,50 m.c.a

Sobre pressão máxima instalada:

$$P = H_a + H_g$$

32,27 m.c.a

• CÁLCULO DA BOMBA ELEVATÓRIA

• Dados para dimensionamento:

Rendimento do motor (η)	65 %
Vazão (Q)	1,955 l/s
Altura manométrica total (Hmt)	20,57 m.c.a
Fator de correção da potência do motor (f)	50%

11. Potência da bomba para fim de projeto:

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

0,82 cv

$$P = P' \times F$$

1,24 cv

Potência = 1,5 cv

Tipo de bomba:	centrifuga	
Potência adotada:	1,5	HP
Voltagem	380/220	V
Frequência	60	Hz

• Tabelas Utilizadas:

D	Q	H	P
50	2,7	3	4,3
75	3,9	5	6,1
100	5	6,1	7,8
150		6,8	

Tabela: Especificações Tigre





Classe adotada p/ tubulação da adutora: 12

12	60
15	75
20	100

Tabela: Autor Azevedo Neto

Verificação: OK!

< ou = 2 HP	50%
2 a 5 HP	30%
5 a 10 HP	20%
10 a 20 HP	15%
> de 20 HP	10%

Tabela: Autor Azevedo Neto

Fator de correção adotado: 50%