

Francisco Lorenzini Neto

Abastecimento e Tratamento de Água

Adutoras e Estações Elevatórias



Adução

Neste capítulo, aprenderemos sobre os tipos de adutoras, as suas características, e como é realizado o seu dimensionamento em cada caso. Ao final deste capítulo, há exercícios de fixação.

Lembrando...

Como vimos, as partes constituintes de um sistema de abastecimento de água são:

- I. Manancial: corpo d'água (superficial ou subterrâneo) que fornece água para o sistema;
- II. Captação: conjunto de obras para retirar água (superficial ou subterrânea);
- III. **Adução: transporta a água entre as diversas partes do sistema (bruta ou tratada).
Conduto livre, forçado por gravidade ou em recalque;**
- IV. Estação elevatória: obras e equipamentos destinados a recalcar água para cotas superiores;
- V. Estação de tratamento: destina-se a enquadrar a água aos padrões de qualidade;
- VI. Reservatório de distribuição: acumula a água em horários de pouco consumo para ser utilizada nos horários de maior consumo;
- VII. Rede de distribuição: conjunto de tubulações que transportam água até os consumidores.

Adução

A adução destina-se a conduzir água desde a captação até a rede distribuidora da comunidade a ser abastecida. No caso de água naturalmente potável, em que não é necessário tratamento, o sistema de abastecimento de água pode ser constituído de uma única adutora. Nos casos em que o tratamento é necessário, a adução divide-se em adução de água bruta e adução de água tratada. As adutoras (canalizações) interligam tomadas d'água, estações de tratamento de água (ETAs) e reservatórios.

Classificação das adutoras

As adutoras podem ser classificadas conforme a natureza da água transportada e a energia para a movimentação da água.

Quanto à natureza da água transportada:

- ▶ adutora de água bruta;
- ▶ adutora de água tratada.



Quanto à energia para a movimentação da água:

- ▶ adutora por gravidade;
- ▶ adutora por recalque;
- ▶ adutora mista.

Lembrando...

Em Hidráulica já estudamos as influências que o traçado de uma canalização, que liga dois reservatórios mantidos em níveis constantes, pode exercer sobre o escoamento, ou seja, as situações que devemos buscar ao elaborar os projetos.

Adutoras por gravidade

As adutoras por gravidade podem ser projetadas como condutos livres ou condutos forçados. Nas adutoras por gravidade em conduto livre, o escoamento é feito sob gravidade, à pressão atmosférica:

- ▶ o seu dimensionamento considera o perfil retilíneo, com perda de carga unitária equivalente à declividade de fundo adotada;
- ▶ o traçado pode prever túneis ou aquedutos visando diminuir distâncias, considerando que ele deverá acompanhar a topografia de nível longitudinalmente;
- ▶ o escoamento a céu aberto somente é admitido no caso de adução de água bruta, tendo em vista a existência de possíveis fontes de contaminação ao longo do traçado;
- ▶ exemplos: canais, galerias, túneis, tubulações.

Em adutoras por gravidade em conduto forçado, o escoamento é realizado sob pressão superior à atmosférica e a seção é plena:

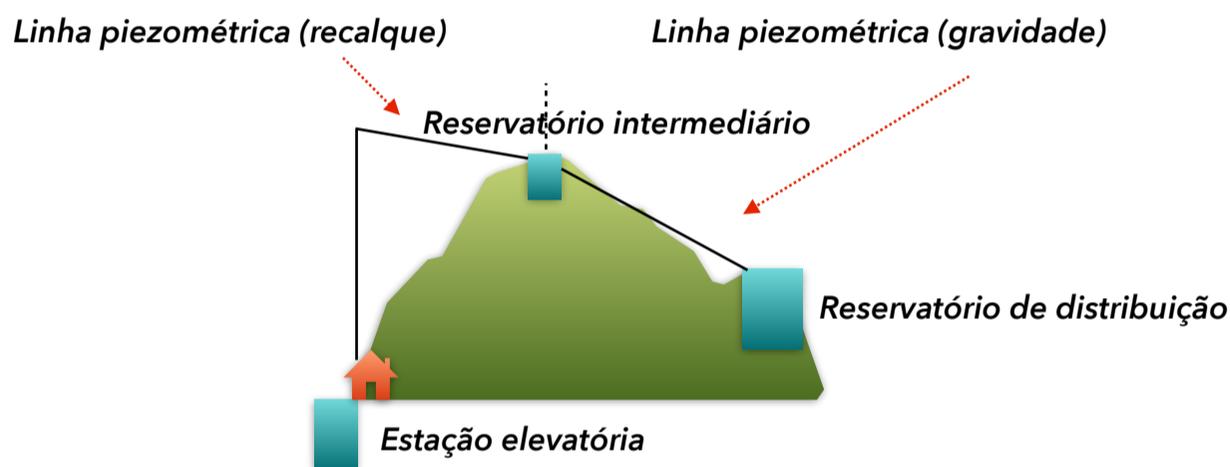
- ▶ a energia necessária ao escoamento compreende a diferença de nível entre o ponto de montante e jusante, e a linha piezométrica coincide com a linha definida pelo nível de montante subtraída da perda de carga do conduto em cada ponto;
- ▶ é recomendável que a tubulação não fique acima da linha piezométrica, devido ao surgimento de pressões negativas;
- ▶ o traçado acompanha a topografia do terreno, podendo ser uma reta quando vista em planta. Normalmente o traçado em planta é definido tendo em vista as facilidades de acesso da tipologia do terreno.

Adutoras por recalque

As adutoras por recalque comumente conduzem a água a um local mais elevado ou a um local cujo desnível seja pequeno em relação à tomada de água da adutora e não seja suficiente para que o escoamento ocorra com a vazão requerida. A energia é fornecida ao líquido por meio de estações elevatórias, ou seja, o escoamento ocorre sob pressão superior à atmosférica. Dependendo da topografia e a partir de análise técnica e econômica, pode ser empregada mais de uma linha de recalque.

Adutoras mistas

Nas adutoras mistas, parte do escoamento ocorre por gravidade e outra por recalque, conforme a topografia.



Outras classificações

As adutoras ainda podem ser classificadas como em série ou em paralelo:

- ▶ adutoras em série: compostas de um conduto seguido de outro de seção distinta - geralmente esse caso compreende duas tubulações de diâmetros diferentes (e.g.: quando se quer diminuir a velocidade na tubulação, aumenta-se o seu diâmetro);
- ▶ adutoras em paralelo: constituídas por dois ou mais condutos situados um ao lado do outro (e.g.: quando a cidade não possui sistema de abastecimento, as adutoras poderão ser projetadas em paralelo, sendo apenas uma implementada na primeira etapa do projeto).

Dimensionamento de adutoras

Vazão

As adutoras são dimensionadas em função da vazão requerida nas suas diferentes zonas: de produção e de distribuição. A zona de produção compreende o traçado da captação à ETA (*i.e.*, a adutora de água bruta), e a zona de distribuição da ETA ao reservatório de distribuição (*i.e.*, a adutora de água tratada). O índice de perda total (real e aparente) deve ser considerado na vazão, considerando as metas resultantes das ações e planos de controle e redução de perdas (da operadora/contratante) do sistema de abastecimento e sua evolução no horizonte do estudo ou do projeto (ABNT, 2017).

Vazão da captação à ETA:

$$Q_a = \left(\frac{K_1 \cdot P \cdot q}{86400} + Q_{esp} \right) \cdot C_{ETA}$$

Vazão da ETA ao reservatório de distribuição:

$$Q_a = \frac{K_1 \cdot P \cdot q}{86400} + Q_{esp}$$

Em que Q_a é a vazão de adução ($L \cdot s^{-1}$), K_1 é o coeficiente do dia de maior consumo (adimensional), P é a população abastecida (hab.), q é o consumo *per capita* ($L \cdot hab^{-1} \cdot dia^{-1}$), Q_{esp} são as vazões especiais ($L \cdot s^{-1}$), e C_{ETA} é o fator de consumo da ETA (adimensional - 1,01 à 1,05).

A vazão de adução pode variar também em função do período de funcionamento da adução. Enquanto que as adutoras por gravidade podem funcionar durante 24 horas, as adutoras por recalque, devido a questões de manutenção de equipamentos e economia de energia, normalmente operam de 16 à 20 horas, fora dos horários de pico. Nesse caso, utiliza-se a seguinte equação:

$$Q_t = Q_a \frac{24}{t}$$

Em que t é o período de funcionamento, em horas.

Hidráulica

O dimensionamento das adutoras pode ser realizado de diferentes formas, conforme a sua classificação, presumindo-se o escoamento em regime permanente e uniforme. Portanto, antes de mais nada, é necessário verificar se há necessidade de recalque. Para isso, empregamos a Equação de Bernoulli:

$$z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta h$$

Em que z_1 é a carga de posição (m), $\frac{P_1}{\gamma}$ é a carga de pressão (m), $\frac{V_1^2}{2g}$ é a carga cinética (m) e Δh é a perda de carga (m).

Adutoras por gravidade

Em adutoras que funcionam por gravidade, com a vazão conhecida, fixa-se a velocidade ou a perda de carga unitária e determina-se o seu diâmetro. As velocidades possuem os seguintes limites e prerrogativas (ABNT, 2017):

- ▶ velocidades máximas: não podem ser muito altas, pois causam aumento da perda de carga e favorecem a erosão. Recomenda-se um valor máximo de 3,00 m/s;
- ▶ velocidades mínimas: não podem ser muito baixas, pois pode haver deposição de sedimentos, dependendo da qualidade da água. Para adutora de água bruta, deve ser adotado o valor mínimo de 0,60 m/s, e para adutora de água tratada de 0,30 m/s;
- ▶ exceções podem ser aceitas em ambos os casos, desde que tecnicamente justificadas.

Adutoras por gravidade: condutos livres

As dimensões do conduto são definidas empregando-se equações do movimento uniforme como Manning, Bazin, Chezy, entre outras. Uma das mais utilizadas é a equação de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R_h^{2/3} \cdot I_0^{1/2} \cdot A \quad \rightarrow \quad \frac{n \cdot Q}{I_0^{1/2}} = A \cdot R_h^{2/3}$$

Em que Q é a vazão ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$), n é o coeficiente de rugosidade de Manning ($\text{m}^{-1/3} \text{s}$), R_h é o raio hidráulico (m), I_0 é a declividade de fundo (m m^{-1}) e A é a área molhada (m^2).

Após escolhida a forma do canal, haverá mais de uma combinação possível entre os elementos da seção (largura de fundo, altura d'água, etc.), portanto, o seu cálculo é maioritariamente um **problema geométrico**.

Algumas das seções mais utilizadas neste caso são a retangular e a trapezoidal. A seção retangular é mais utilizada quando o revestimento é realizado em materiais em concreto ou na situação em que o terreno permite a construção de paredes laterais verticais sem revestimento, como no caso dos terrenos rochosos. A seção trapezoidal é mais usual em canais escavados com ou sem revestimento, sendo a declividade dos taludes dependente da estabilidade do tipo do solo.

Lembrando...

Em Hidráulica estudamos que sempre deve-se buscar projetar o canal com seção de mínimo perímetro, ou seja, de máxima eficiência. Você se lembra o porquê?

Adutoras por gravidade: condutos forçados

O dimensionamento de condutos forçados é feito empregando-se fórmulas baseadas no cálculo da perda de carga, e os condicionantes iniciais de projeto são a vazão requerida e a diferença de nível entre as extremidades de montante e jusante da adutora (Δz) - equivalente à perda de carga total (Δh), que compreende o somatório das perdas de carga distribuídas e localizadas. Os demais fatores que influenciam o dimensionamento são:

- ▶ a natureza do fluido;
- ▶ a rugosidade dos tubos, de acordo com o seu material e considerando o envelhecimento, incrustação e deposição nas suas paredes (ABNT, 2017);
- ▶ o comprimento dos tubos e quantidade e tipos de conexões e acessórios;
- ▶ o diâmetro, que deverá ser quão maior quanto for a vazão, visando a redução da velocidade e conseqüentemente da perda de carga.

Algumas das fórmulas mais utilizadas são a de Darcy-Weisbach (Fórmula Universal da perda de carga) e de Hazen-Williams, já estudadas em Hidráulica:

$$\Delta h = f \cdot \frac{L \cdot v^2}{D \cdot 2g} \quad (\text{Darcy-Weisbach})$$

Em que Δh é a perda de carga (m), f é o fator de atrito (adimensional), L é o comprimento da tubulação, v é a velocidade (m s^{-1}), D é o diâmetro (m) e g é a aceleração da gravidade (m s^{-2}).

$$J = 10,65 \cdot \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,87}} \quad (\text{Hazen-Williams})$$

Em que J é a perda de carga unitária (m m^{-1}), Q é a vazão ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$), C é o coeficiente de rugosidade (adimensional), e D é o diâmetro (m).

Lembrando...

Em Hidráulica vimos que em alguns casos as perdas de carga localizadas podem ser desprezadas. Você se lembra quais são esses casos?

Aduoras por recalque

No pré-dimensionamento de adutoras por recalque, inicialmente emprega-se a fórmula de Bresse, que normalmente fornece o diâmetro bem próximo daquele que indicará o menor custo para o conjunto bomba-tubulação:

$$D = K\sqrt{Q}$$

Em que Q é vazão ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) e K é uma constante que depende dos custos de material, mão-de-obra, operação e manutenção do sistema, etc. Assim, K não é fixa, variando com o local e o tempo, geralmente entre 0,7 a 1,3.

O procedimento para a escolha do diâmetro mais econômico é realizado conforme o roteiro a seguir:

- I. escolhe-se três à quatro diâmetros comerciais com valores próximos ao obtido pela fórmula de Bresse;
- II. determina-se as alturas manométricas das bombas para cada caso com os diâmetros escolhidos (soma do desnível geométrico com todas as perdas de carga);
- III. para cada diâmetro escolhido calcular as potências das bombas em função da vazão e altura manométrica;
- IV. calcula-se os consumos anuais de energia elétrica para cada caso em função da potência do equipamento;
- V. determina-se os custos anuais de amortização e juros do capital a ser aplicado em cada alternativa (aquisição de material);

VI.determina-se os custos anuais de operação (principalmente consumo de energia elétrica);

VII.somam-se os custos obtidos nos itens V e VI e verifica-se qual a alternativa que tem os menores custos.

Para a tubulação de sucção adota-se um diâmetro comercial imediatamente superior ao determinado para a tubulação de recalque, com o objetivo de reduzir as perdas de carga e evitar a cavitação na entrada da bomba.

Traçado da adutora

O traçado da adutora depende de diversas variáveis, entre elas:

- ▶ do projeto do sistema de abastecimento de água;
- ▶ da topografia;
- ▶ do tipo de solo, existência de rochas e várzeas;
- ▶ da existência de interferências e travessias como rodovias, ferrovias, rios, linhas de força, etc. (Figura 1);
- ▶ das faixas de servidão ou desapropriação, dependentes do diâmetro da tubulação.

Figura 1 - Tubulação atravessando curso d'água.



Recomendações para o traçado da adutora:

- ▶ implantação preferencialmente em ruas e terrenos públicos, com o objetivo de reduzir gastos com aquisição de terrenos;
- ▶ evitar traçado em terreno rochoso, pantanoso ou qualquer outro que aumente demasiadamente os custos do projeto;
- ▶ declividade mínima: em trechos ascendentes, 0,2%, e em descendentes, 0,3%;
- ▶ quando a inclinação for superior a 25%, devem ser previstos blocos de ancoragem (Figura 2);
- ▶ priorizar trechos ascendentes longos com pequena declividade e descendentes curtos com maior declividade.

Figura 2 - Blocos de ancoragem na adutora de água bruta do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) Marrecas, em Caxias do Sul, no Rio Grande do Sul.



Travessias em cursos d'água

Na situação em que o traçado da adutora prever travessia em curso d'água, é necessária a solicitação de outorga ao órgão responsável por sua emissão. Se a travessia for aérea, é necessária a realização de estudo hidrológico, e, no caso da existência de ponte, deve-se aventar a possibilidade de aproveitamento de sua estrutura. Caso a travessia for enterrada, é aconselhável a utilização de tubos de maior resistência, bem como o seu envelopamento com concreto. Em qualquer um dos casos, as travessias não devem interferir no curso d'água.

Material da adutora

Há diversos materiais que podem ser empregados na fabricação de tubos de adutoras, os quais devem seguir algumas recomendações:

- ▶ não devem alterar a qualidade da água;
- ▶ possuir resistência química, mecânica e à pressão da água;
- ▶ ser economicamente viáveis.

Além disso, de acordo com a qualidade da água do manancial, pode ocorrer alteração da rugosidade do material com o passar do tempo, devido a problemas como ferrugem e incrustação.

Os materiais mais utilizados são:

- ▶ aço;
- ▶ concreto armado;
- ▶ ferro fundido dúctil (Figura 3);
- ▶ poliéster reforçado com fibra de vidro;
- ▶ polietileno de alta densidade e polipropileno;
- ▶ PVC.

Considerando a diversidade de materiais existentes, é imprescindível que se faça a sua escolha com parcimônia.

Figura 3 - Tubo de ferro fundido dúctil com revestimento em cimento.



Conexões especiais e órgãos acessórios

No projeto das adutoras, as principais conexões utilizadas são luvas, curvas e têses utilizados no caso de derivação para uma subadutora. Além dessas, são usualmente empregados órgãos acessórios como:

- ▶ válvulas ou registros de parada: possuem o propósito de interromper o escoamento na tubulação. Normalmente é prevista uma a montante, embora possa haver outras ao longo da sua extensão, a fim de permitir o isolamento e o esgotamento de trechos, sem precisar esgotar toda a adutora, no caso de eventuais manutenções;
- ▶ válvulas ou registros de descarga: são previstos nos pontos baixos da adutora, visando possibilitar a saída da água sempre que necessária, por meio de uma derivação, cujo diâmetro usualmente é a metade do diâmetro da adutora - esse valor não deve ser inferior a $1/6$. Essas válvulas são conectadas à tubulação por meio de um tê flangeado, para garantir a estanqueidade;

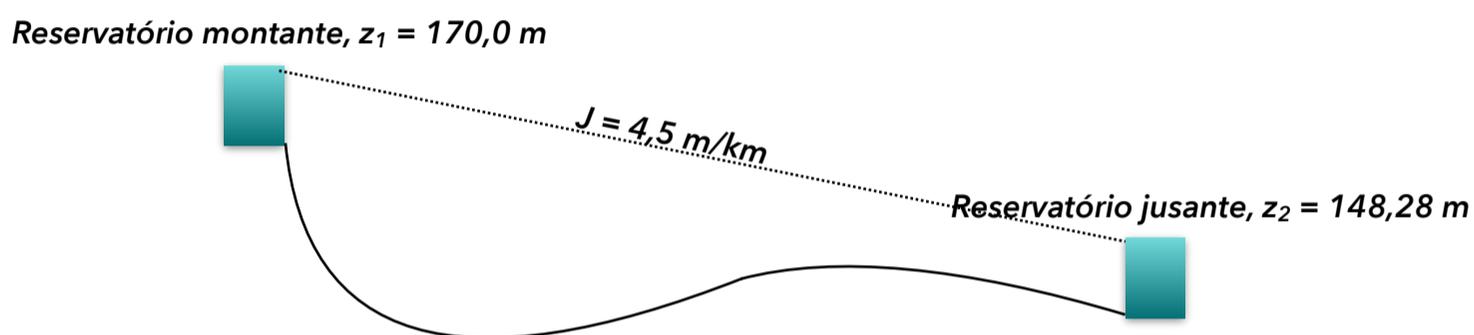
- ▶ ventosas: têm a finalidade de permitir a expulsão de ar no decorrer do enchimento da tubulação ou do ar que comumente se acumula nos seus pontos mais elevados; também permitem a entrada de ar quando a adutora está sendo esvaziada, evitando depressões e conseqüentemente falhas na sua operação;
- ▶ válvulas de retenção: colocadas em adutoras por recalque, logo após a saída das bombas, com o objetivo de evitar que a água retorne bruscamente, quando há paralisação da operação devido à falta de energia elétrica ou outro motivo;
- ▶ válvulas redutoras de pressão: utilizadas em adutoras por gravidade ou no início de adutoras por recalque de grande diâmetro, situação em que as válvulas de retenção são mais solicitadas.

Lembrando...

Em Hidráulica vimos como evitar transientes hidráulicos. Segundo a NBR 12215, a sua análise deve ser efetuada em diferentes etapas do estudo e/ou projeto (ABNT, 2017).

Exercícios de fixação

1. Dimensionar um canal retangular em concreto ($n = 0,013$) que transporta uma vazão de 2.500 L s^{-1} de água. A declividade de fundo é de $0,008 \text{ m m}^{-1}$. Utilize a seção de máxima eficiência (em canais retangulares: $b = 2.y_0$).
2. Em um sistema de abastecimento de água, uma adutora interliga dois reservatórios conforme o esquema, distanciados entre si de 4.820 m . Sabendo que a adutora deverá transportar uma vazão de 150 L s^{-1} , determine: a) o diâmetro da adutora; b) a vazão máxima a ser veiculada e sua velocidade. Despreze as perdas de carga localizadas. Dado $C = 130$.



3. Uma adutora em ferro fundido velho, de 100 mm de diâmetro e de 650 m de extensão, interliga um lago, cujo nível d'água é de $1.380,0 \text{ m}$, a um reservatório, cuja cota de entrada é de $1.365,65 \text{ m}$. Determine a vazão e a velocidade de escoamento. Utilize a fórmula de Hazen-Williams, com $C = 90$.
4. Determine o diâmetro de uma adutora de recalque com uma extensão de 2.200 m destinada a conduzir uma vazão de 45 L s^{-1} , vencendo um desnível geométrico de 51 m . Na tubulação de sucção, utilizar tubulação de ferro fundido, com coeficiente de rugosidade da fórmula de Hazen-Williams (C) igual a 130 ; e na tubulação de recalque, PVC, com C igual a 150 ; constante da fórmula de Bresse igual a $1,2$, considerando período de funcionamento de 24 horas por dia; rendimento da bomba de $0,62$. Determine também a potência da bomba.

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot Hm}{75 \cdot \eta_B}$$

Em que P é a potência da bomba (cv), γ é o peso específico da água (1.000 kgf m^{-3}), Q é a vazão ($\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$), Hm é a altura manométrica (m), η_B é o rendimento da bomba.

Estações elevatórias

Neste capítulo, aprenderemos o que é uma estação elevatória, suas classificações, os elementos que a constituem, onde são construídas, as variáveis e os critérios utilizados no seu projeto. Para demais informações sobre a escolha e dimensionamento do conjunto motobomba, consulte o material de Hidráulica.

Lembrando...

Como vimos, as partes constituintes de um sistema de abastecimento de água são:

- I. Manancial: corpo d'água (superficial ou subterrâneo) que fornece água para o sistema;
- II. Captação: conjunto de obras para retirar água (superficial ou subterrânea);
- III. Adução: transporta a água entre as diversas partes do sistema (bruta ou tratada). Conduto livre, forçado por gravidade ou em recalque;
- IV. Estação elevatória: obras e equipamentos destinados a recalcar água para cotas superiores;**
- V. Estação de tratamento: destina-se a enquadrar a água aos padrões de qualidade;
- VI. Reservatório de distribuição: acumula a água em horários de pouco consumo para ser utilizada nos horários de maior consumo;
- VII. Rede de distribuição: conjunto de tubulações que transportam água até os consumidores.

Estações elevatórias

Como vimos, em um muitos casos, não é possível utilizar a gravidade para promover o escoamento, sendo necessária uma estação elevatória para transferir energia para o líquido. As estações elevatórias são componentes essenciais em diferentes fases de um sistema de abastecimento de água e são constituídas pelo conjunto de edificações, instalações e equipamentos que têm a finalidade de abrigar, proteger, operar, controlar e manter os conjuntos elevatórios que realizam o recalque da água.

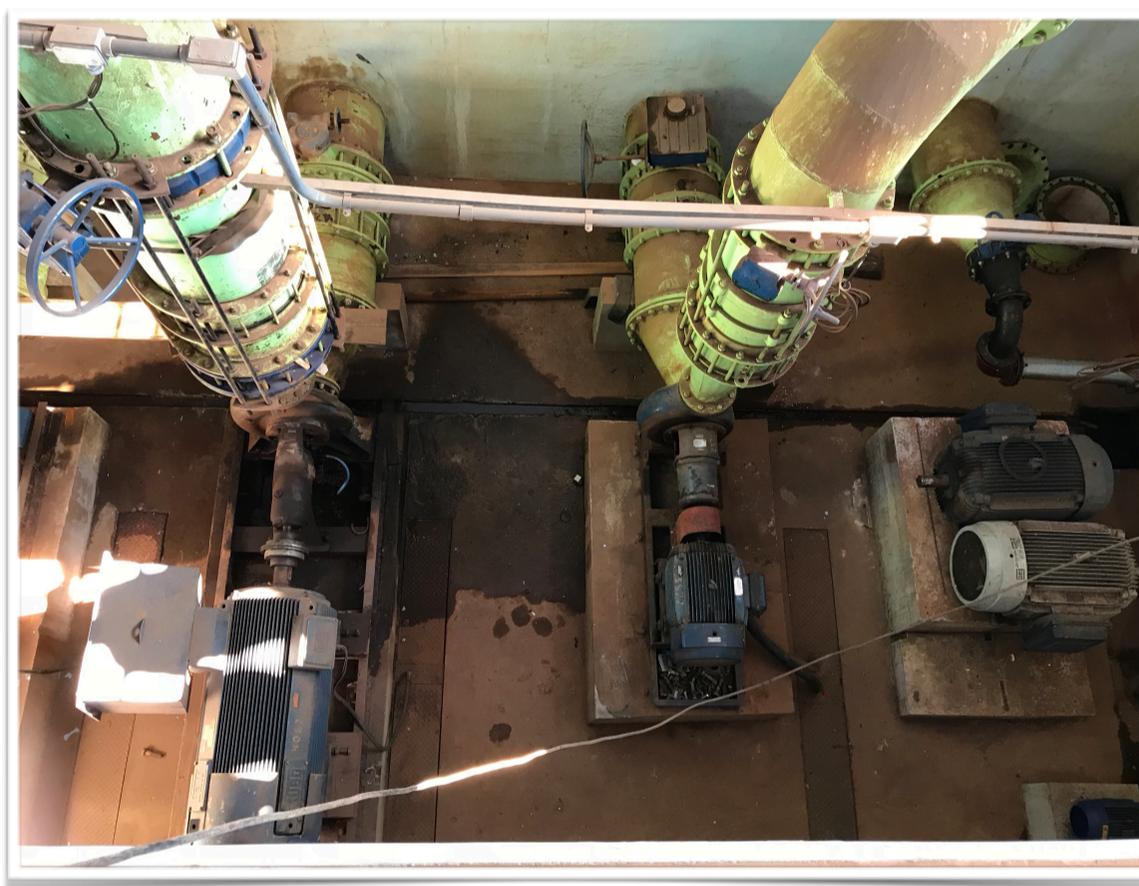
Classificação

As estações elevatórias (Figura 1) podem ser classificadas em função da qualidade da água transportada em:

- ▶ Estação Elevatória de Água Bruta (EEAB);
- ▶ Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT).

Ainda, tendo em vista a necessidade de aumento de pressão, tanto em adutoras como na rede de distribuição de água potável podem ser utilizadas estações elevatórias de reforço, chamadas de "*booster*" ou estações pressurizadoras.

Figura 1 - Estação elevatória de água tratada em Passo Fundo - RS.

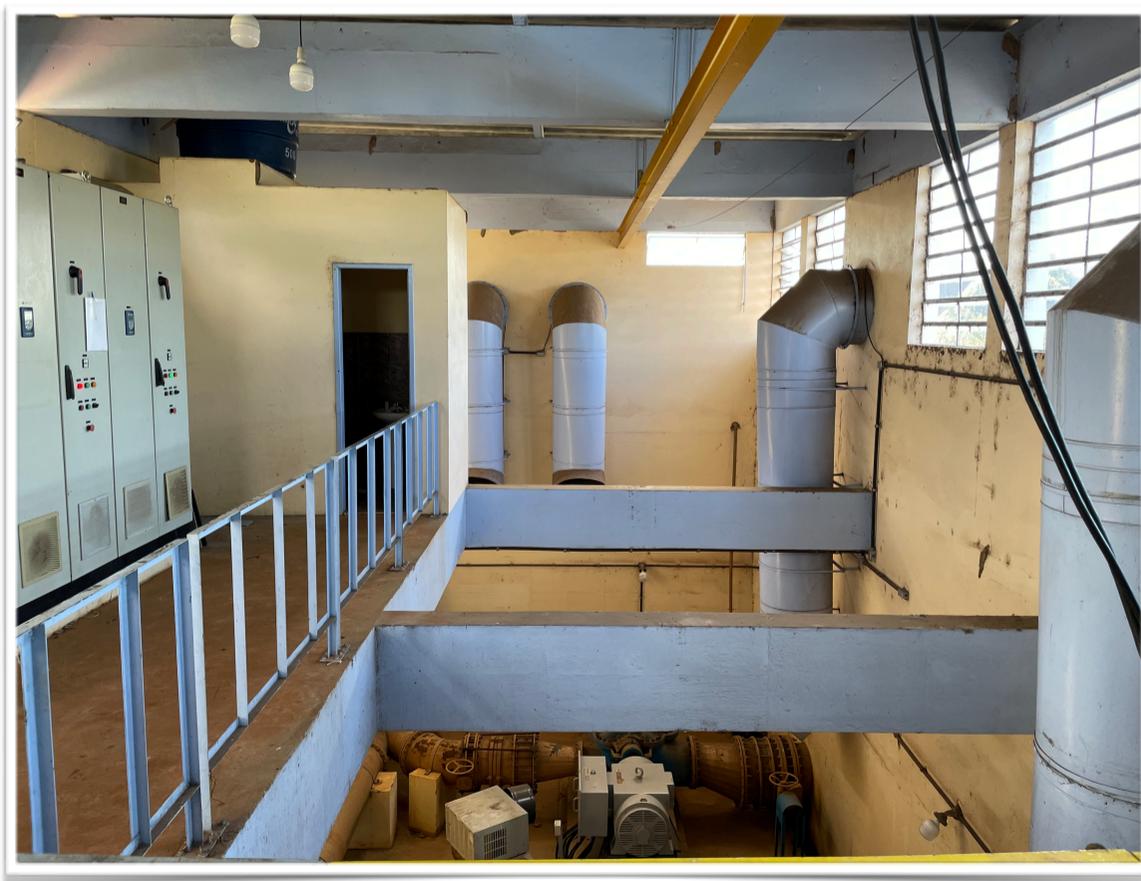


Componentes das estações elevatórias

Os principais componentes que constituem as estações elevatórias são:

- ▶ sala de máquinas e dependências complementares (Figura 2): local onde são instalados os conjuntos elevatórios e, de forma geral, também os equipamentos elétricos como cabines de comando, chaves de partida e proteção dos motores, e os instrumentos de leitura de medições, sejam elétricas ou hidráulicas;
- ▶ poço de sucção: local de onde parte a tubulação de sucção, sendo empregado quando não há possibilidade de captação direta;
- ▶ tubulações e órgãos acessórios: conjunto de tubos e dispositivos que visa conduzir água do poço de sucção até o início da adutora;
- ▶ equipamentos eletromecânicos: conjunto motobomba, chaves de partida e proteção dos motores, instrumentos de controle, entre outros.

Figura 2 - Sala de máquinas de estação elevatória de água bruta em Passo Fundo - RS.



A quantidade de conjuntos elevatórios é função das vazões envolvidas, dos equipamentos disponíveis e de análise econômica, envolvendo custos de obras civis, equipamentos e operação, sendo recomendado o disposto na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade de conjuntos elevatórios em função do porte da instalação.

Porte da instalação	Unidades previstas
Pequeno	Mínimo duas (uma reserva)
Médio	Mínimo três (uma reserva)
Grande	Diversas

Localização das estações elevatórias

As estações elevatórias podem ser localizadas próximas e no meio do manancial, em função de suas características, junto ou próximo às ETAs e aos reservatórios de distribuição de água, e para reforço na adução ou na rede de distribuição de água.

A definição do local para sua instalação deve considerar:

- ▶ as condições do terreno como a área e a necessidade de sua aquisição;
- ▶ a disponibilidade de energia elétrica;
- ▶ a topografia da área;
- ▶ a facilidade de acesso;
- ▶ a estabilidade do terreno, conforme sondagem prévia;
- ▶ o trajeto mais curto da tubulação de recalque.

Vazões de projeto

As vazões utilizadas no projeto de estações elevatórias são determinadas a partir da concepção básica do sistema de abastecimento de água, das fases de implantação das obras e do seu regime de operação. O horizonte de projeto para estações elevatórias é normalmente de 20 anos.

Crítérios de projeto

No projeto de uma estação elevatória, deve-se observar critérios previstos em norma¹ quanto à sala de máquinas, ao poço de sucção, às tubulações de sucção e de recalque, e a válvulas e conexões, dos quais alguns são elencados a seguir.

Sala de máquinas

A sala de máquinas deve:

- ▶ ser adequada para possibilitar a livre circulação dos operadores, visando a realização de manutenção ou reparos;
- ▶ prever possível aumento do número de conjuntos motobomba;
- ▶ ter iluminação abundante e, preferencialmente, natural, sendo aconselhável a instalação de janelas amplas;
- ▶ garantir a circulação de ar, a fim de evitar aumento excessivo da temperatura interna, promovido pelo aquecimento dos motores;
- ▶ considerar, dependendo da dimensão: pequena sala para o operador, instalações sanitárias, oficina, depósito de materiais, vestiário e copa.

¹ Consultar ABNT NBR 12214/2020.

Tubulação de sucção

A tubulação de sucção, usualmente em ferro fundido ou aço, possui um diâmetro comercial imediatamente superior ao da tubulação de recalque, determinado por meio de análise técnico-econômica, conforme vimos no Capítulo IV. A tubulação de sucção deve ser a mais curta possível e utilizar o menor número possível de peças especiais, com a finalidade de evitar cavitação. As velocidades máximas e mínimas são apresentadas na Tabela 2 e na Tabela 3, respectivamente.

Tabela 2 - Velocidade máxima de sucção².

Diâmetro nominal (DN)	Velocidade (m s ⁻¹)
50	0,70
75	0,80
100	0,90
150	1,00
200	1,10
250	1,20
300	1,40
400	1,50

Fonte: antiga NBR 12214 (ABNT, 1992).

Tabela 3 - Velocidade mínima de sucção.

Tipo de material transportado	Velocidade (m s ⁻¹)
Matéria orgânica	0,30
Suspensões siltsas	0,30
Suspensões arenosas	0,45

Fonte: antiga NBR 12214 (ABNT, 1992).

² Para as bombas afogadas, essas velocidades podem ser excedidas, desde que justificadas.

Tubulação de barrilete

É o conjunto de tubulações que interliga a saída das bombas associadas em paralelo à tubulação de recalque. Quando em ferro fundido ou aço - materiais geralmente empregados - a velocidade máxima recomendada é de $3,00 \text{ m s}^{-1}$, para valores superiores a esse, deve ser verificada a ocorrência de cavitação nos aparelhos a jusante da bomba, nas diferentes condições de operação. No caso da utilização de outros materiais, deve-se consultar o manual dos fabricantes dos tubos. A velocidade mínima admitida, de forma geral, é de $0,60 \text{ m s}^{-1}$.

Tubulação de recalque

As velocidades recomendadas para as tubulações de recalque são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Velocidade máxima de recalque.

Tipo de material	Velocidade (m s^{-1})
Plástico	4,50
Ferro fundido	4,00 a 6,00
Aço	6,00
Concreto	4,50 a 5,00

Fonte: adaptado de Melo (1996)³.

³ MELO, J. R. C.. Sistemas de Abastecimento de Água. Apostila do curso de graduação em engenharia civil. Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, João Pessoa, 1996.

Válvulas e conexões

Recomendações quanto a válvulas e conexões:

- ▶ no caso de bomba situada em poço seco operar afogada, prever registro na tubulação de sucção;
- ▶ evitar alargamentos ou estrangulamentos bruscos nas tubulações;
- ▶ utilizar válvula de pé com crivo, visando manter a tubulação “escorvada”;
- ▶ utilizar registros - comumente de gaveta, com flanges - na tubulação de recalque, após a válvula de retenção;
- ▶ conectar manômetros à saída e à entrada da bomba, através de uma tubulação de diâmetro reduzido.