

Aula 00

*SAAE Manacapuru-AM (Técnico em
Saneamento Básico) Noções de
Saneamento Básico e Noções de
Educação Sanitária - 2024 (Pós-Edital)*

Autor:
André Rocha

14 de Março de 2024

Sumário

Sistemas de Abastecimento de Água.....	4
1 - Introdução	4
2 - Concepção do Sistema de Abastecimento de Água.....	6
2.1 - Estudo da População.....	6
2.2 - Consumo de Água.....	8
2.3 - Vazões de Dimensionamento.....	10
3 - Captação de Águas Superficiais.....	13
3.1 - Escolha do Local de Captação	14
3.2 - Partes Constituintes da Captação.....	15
4 - Estações Elevatórias	24
4.1 - Tipos de Estações Elevatórias	25
4.2 - Classificação de Bombas.....	26
4.3 - Curvas Características das Bombas Centrífugas.....	28
4.4 - Tubulações e Órgãos Acessórios.....	33
5 - Adutoras	37
5.1 - Hidráulica para Adutoras.....	38
5.2 - Recomendações para o Traçado das Adutoras.....	44
5.3 - Dimensionamento Hidráulico	44
5.4 - Materiais das Adutoras.....	46
5.5 - Acessórios das Adutoras.....	47
5.6 - Outros dispositivos de proteção das adutoras.....	50



6 - Reservatórios.....	52
6.1 - Volume dos Reservatórios.....	55
6.2 - Vórtices em Reservatórios.....	58
6.3 - Tubulações e órgãos acessórios.....	59
7 - Redes de Abastecimento.....	61
7.1 - Rede Ramificada	62
7.2 - Rede Malhada	63
7.3 - Rede Mista.....	65
7.4 - Recomendações para o Traçado da Rede	65
7.5 - Dimensionamento hidráulico.....	66
7.6 - Órgãos e equipamentos acessórios.....	69
7.7 - Vazamentos	70
Considerações Finais.....	73
Questões Comentadas.....	74
Lista de questões	113
Gabarito	135
Resumo	136



CONSIDERAÇÕES SOBRE A AULA

Olá, Estrategista!

Na aula de hoje, estudaremos sobre **sistemas de abastecimento de água**. É uma aula densa e com muitas informações, então peço muita atenção a partir de agora.

O tema é muitíssimo amplo e tem potencial para ocupar milhares de páginas de conteúdo. Então, a ideia aqui **não é esgotar** absolutamente tudo sobre o assunto, mas direcionar para o que é mais importante em **provas de concursos**, com base em questões anteriores. Além disso, devido à extensão dos assuntos, não foi possível aprofundar cada detalhe básico de cada assunto, de modo que assumi que o aluno que estuda esta aula já tem uma base razoável em relação a certos temas. Caso contrário, a aula, que já está grande ficaria com o dobro ou o triplo do tamanho.

Para a área ambiental e mesmo a sanitária, não se trata de assunto tão cobrado como para a Engenharia Civil, por exemplo. De todo modo, é preciso ter atenção quanto aos temas que a banca pode pedir na prova.

Forte abraço e uma ótima aula!

Vem comigo!

Prof. André Rocha



Instagram: @profandrerocha



E-mail: andrerochaprof@gmail.com



Telegram: t.me/meioambienteparaconcursos



Canal do **Youtube:** Eu Aprovado



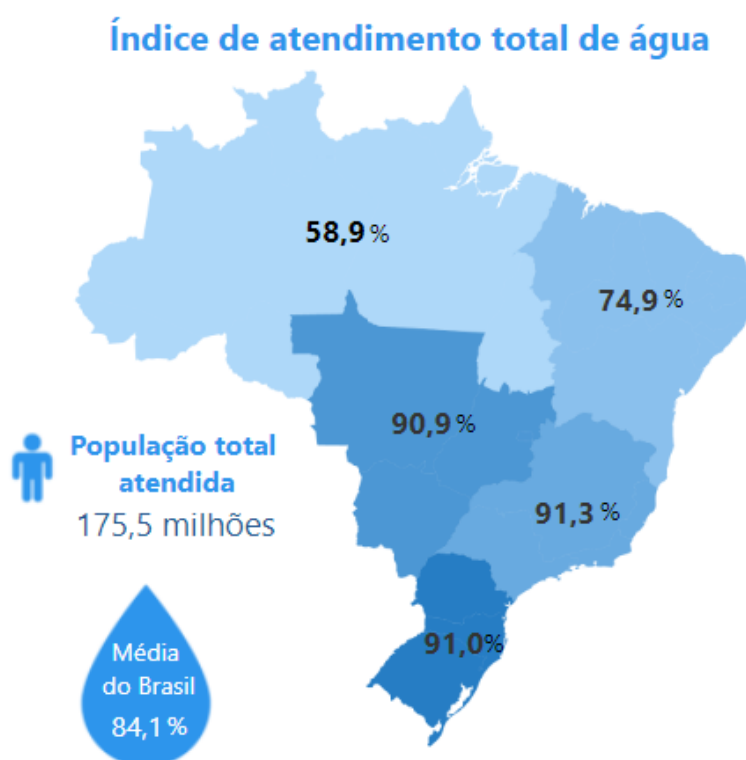
SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

1 - Introdução

Os sistemas de abastecimento de água são um dos pilares do **saneamento básico**. Juntamente com o processo de tratamento de água em Estações de Tratamento de Água (ETA), os sistemas de abastecimento são responsáveis por entregar **água em quantidade e qualidade** adequadas à população nas mais diversas localidades.

No Brasil, a ampliação mais significativa dos sistemas de abastecimento de água ocorreu entre as décadas **1970** e **1980**, com a implantação do **Plano Nacional do Saneamento (Planasa)**, que permitiu ao país atingir níveis de atendimento de distribuição de água próximo de **90%** da **população urbana**.

Atualmente, o abastecimento de água no Brasil já é bem difundido e, em 2020, a média nacional de abastecimento de água era maior que **84%**, conforme a figura abaixo.



Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, 2020

Entretanto, ainda há uma **diferença regional** significativa de abastecimento de água, de modo que o **Sul do Brasil** apresenta o **maior índice** de abastecimento (**91%**), em detrimento de **58,9%** na **Região Norte** do país, por exemplo.

Outro fator importante relacionado ao abastecimento é a **perda de água** ao longo do sistema. Hoje, algumas das maiores preocupações nos centros urbanos desenvolvidos são a **deterioração** dos sistemas de abastecimento mais antigos, problemas de **rompimento** de tubulações, **vazamentos** e **reabilitação** das redes de abastecimento.

De acordo com o SNIS (2020), a **média nacional** de **perda de água** ao longo do sistema é de **40,1%**. Ou seja, de toda a água bruta captada destinada ao abastecimento público, perde-se aprox. 40% desse volume ao longo da distribuição.



As **perdas** de água ao longo do abastecimento público no Brasil chegam a mais de **40%** e isso se deve principalmente à deterioração das tubulações, rompimentos, vazamentos e falta de manutenção nos sistemas mais antigos.

Agora que já entendemos brevemente a conjuntura do abastecimento de água no Brasil, é importante entender as etapas do sistema de abastecimento de água!

A primeira etapa é a **captação** de água bruta (podendo ser superficial ou subterrânea), seguida pela **estação elevatória** de água bruta, responsável por bombear a água para a **adutora** de água bruta.

Por meio da adutora, a água chega à **estação de tratamento de água** (ETA) para passar pelo processo de tratamento e, em seguida, segue para o **reservatório de abastecimento**.

A última etapa do processo é a **rede de distribuição**, responsável pela chegada de água tratada para o abastecimento de cidades e núcleos populacionais. A figura abaixo apresenta um esquema do processo:



Fonte: TSUTIYA, 2006



A partir de agora, estudaremos cada etapa do processo, desde a captação até a distribuição, com exceção da etapa de tratamento, que é tratada de modo separado em outra aula.

2 - Concepção do Sistema de Abastecimento de Água

De acordo com a **NBR 12.211/1992 - Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água**, para a concepção do sistema, é necessário a elaboração de um **estudo de concepção**, que deve abordar os seguintes aspectos:

- I. **Topografia** e problemas relacionados à sua configuração
- II. **Características geológicas**
- III. População a ser atendida até o final **do horizonte do projeto**
- IV. **Quantidade** de água exigida por diferentes classes de consumidores
- V. **Vazões** de dimensionamento
- VI. **Diagnóstico** do sistema existente
- VII. Pesquisa e definição dos **mananciais de captação de água**
- VIII. Pré-dimensionamento das unidades dos sistemas p/ as alternativas selecionadas
- IX. Escolha de **alternativa mais adequada** mediante **comparação técnica econômica e ambiental**, entre outras.
- X. **Estabelecimento** das **diretrizes gerais** de projeto

Para fins de provas de concursos, da parte de concepção de sistemas, é importante entender duas principais etapas: a definição da população a ser abastecida e o cálculo de consumo de água.

2.1 - Estudo da População

O sistemas de abastecimento de água devem ser projetados para atender uma **demanda populacional**, que em geral é **crescente** ao longo dos anos. Dessa forma, é preciso projetar esse **aumento populacional**, a fim de que o abastecimento seja correspondente ao crescimento demográfico em um período de tempo. Esse período de tempo é chamado **horizonte de projeto** e normalmente varia entre **20 e 30 anos**.

Para fazer projeções de crescimentos demográficos, há vários métodos aplicáveis, destacando-se os seguintes:

→ **Método dos componentes demográficos**: considera dados de períodos passados para fazer uma projeção futura. Os dados utilizados são de fecundidade, mortalidade e migração durante o período estudado. A expressão geral da população de uma comunidade, em função do tempo, pode ser expressa da seguinte forma por esse método:

$$P = P_0 + (N - M) + (I - E)$$

Em que:

P = população na data t;



P_0 = população na data inicial t_0 ;

N = nascimentos;

M = óbitos;

I = imigrantes no período;

E = emigrantes no período;

$N - M$ = crescimento vegetativo no período;

$I - E$ = crescimento social no período.

Interpretando a equação, temos que a população futura estimada será o resultado da soma população atual com o acréscimo da população ao longo do tempo, que é representado pelo crescimento vegetativo no período (nascimentos menos óbitos) somado ao crescimento social no período (imigrantes menos emigrantes).

→ **Métodos matemáticos:** a projeção é estabelecida através de uma equação matemática, podendo ser dos seguintes tipos:

- a) **Método aritmético:** pressupõe uma **taxa de crescimento constante** para os anos seguintes, ou seja, um **crescimento linear**. Pode ser utilizado para projeções de **curto período** de tempo, geralmente de 1 a 5 anos.
- b) **Método geométrico:** para iguais períodos de tempo, ocorre a mesma porcentagem de aumento da população, resultando em um **crescimento exponencial**.
- c) **Método da curva logística:** a população cresce **assintoticamente** em função do tempo até um **valor limite de saturação**. A curva logística possui **3 trechos importantes**: o primeiro corresponde a um **crescimento acelerado**, o segundo a um **crescimento retardado** e o último a um **crescimento tendente à estabilização**. Entre os dois primeiros trechos há um ponto de inflexão.
- d) **Método de extrapolação gráfica:** Pode ser utilizado para estimar a população por **um período grande**. Consiste no **traçado de uma curva arbitrária**, que se **ajusta aos dados já observados**, de populações de outras comunidades com características semelhantes ao estudo, mas que tenham uma população maior.

Observação: não iremos aprofundar os modos de cálculo de cada um dos métodos matemáticos por ser algo não cobrado em provas de concursos para a área.



2.2 - Consumo de Água

Primeiramente, para calcular o consumo de água exigido pelo sistema de abastecimento, é importante destacar alguns **fatores** que afetam o seu consumo.

A **condição climática** do local interfere de forma proporcional, pois, quanto mais quente a região, maior o consumo de água. A **natureza** e **características** da **cidade** também interferem no consumo de água. Cidades com maior número de indústrias, por exemplo, tendem a consumir mais água. Ainda, outros fatores como os **hábitos** e **nível de vida** da população, **preço da água**, existência ou não de **rede de esgoto** e **pressão** na rede também interferem no consumo de água.

Além dos fatores que interferem no consumo de água, é importante entender as **variações** de **consumo**, ou seja, **oscilações temporais** no consumo de água que vão interferir no dimensionamento do sistema.

As variações mais comuns de serem avaliadas são:

Variação anual - o consumo tende a aumentar ao longo do tempo, devido ao aumento populacional e à melhoria dos hábitos higiênicos.

Variação mensal - nos meses de verão, o consumo supera o consumo médio, enquanto que, no inverno, o consumo é menor.

Variação diária – relação entre o consumo máximo diário e o consumo médio diário de um ano.

Variação horária – relação entre o consumo máximo horário e o consumo médio horário de um dia.

De todas as variações, as mais importantes são a **variação diária** e a **variação horária**, que são inclusive usadas para o cálculo do dimensionamento das vazões do sistema.

A **variação diária** representa a relação entre o **maior consumo diário** verificado **no período de um ano** e o **consumo médio diário** nesse mesmo período, sendo representada por K1:

$$K1 = \frac{\text{maior consumo diário no ano}}{\text{consumo médio diário no ano}}$$

Já a **variação horária** representa a relação entre a **maior vazão horária** observada num dia e a **vazão média horária do mesmo dia**, definindo o **coeficiente da hora de maior consumo** (K2):

$$K2 = \frac{\text{maior vazão horária no dia}}{\text{vazão média do dia}}$$





K₁ = **maior consumo diário** no ano → coeficiente de variação diária.

K₂ = **maior vazão horária** do dia → coeficiente de variação horária.



(VUNESP/ARSEP - 2018) Quando se projeta o abastecimento de água para uma determinada população, há necessidade de se considerar o crescimento dessa população em um determinado período de tempo. Esse cálculo é feito utilizando a equação matemática:

$$P = P_0 + (N - M) + (I - E)$$

O termo I dessa equação significa:

- a) Índice de estabilidade da população.
- b) Imigração no período de tempo estudado.
- c) Índice de nascimentos no período de tempo estudado.
- d) Fator de Incerteza.
- e) Índice de grandeza relativo ao tamanho da população atual.

Comentários

Para fazer projeções de crescimentos demográficos, há vários métodos aplicáveis.

O método dos componentes demográficos considera dados de períodos passados para fazer uma projeção futura. Os dados utilizados são de fecundidade, mortalidade e migração durante o período estudado. A expressão geral da população de uma comunidade, em função do tempo, pode ser expressa da seguinte forma por esse método:

$$P = P_0 + (N - M) + (I - E)$$

Em que:

P = população na data t;

P₀ = população na data inicial t₀;

N = nascimentos;



M = óbitos;

I = imigrantes no período;

E = emigrantes no período;

N – M = crescimento vegetativo no período;

I – E = crescimento social no período.

Interpretando a equação, temos que a população futura estimada será o resultado da soma população atual com o acréscimo da população ao longo do tempo, que é representado pelo crescimento vegetativo no período (nascimentos menos óbitos) somado ao crescimento social no período (imigrantes menos emigrantes).

Portanto, a **alternativa B** está **correta** e é o nosso gabarito.

2.3 - Vazões de Dimensionamento

O dimensionamento deve ser feito nas condições de **demanda máxima**. Assim, os principais componentes do sistema que devem ter a vazão de dimensionamento calculada são: da captação até a ETA, da ETA até o reservatório, e do reservatório até a rede.

As obras a **montante** do **reservatório** de **distribuição** devem ser dimensionadas para atender a **vazão média do dia de maior consumo do ano**. Já a **rede de distribuição** deve ser dimensionada para a **maior vazão de demanda**, que é a **hora de maior consumo do dia de maior consumo**.

▪ Como assim, prof.? Não entendi nada!

O trecho a **montante** da distribuição representa todos os componentes que estão **antes** da etapa de distribuição, como a captação, estações elevatórias, adutoras, ETA, até chegar ao reservatório. Para esses componentes, a vazão de dimensionamento deve considerar a **vazão média** do dia de **maior consumo do ano**, ou seja, usa-se apenas **K1** no cálculo.

A partir do reservatório para a rede de distribuição, é necessário dimensionar a vazão do sistema considerando a **maior vazão de demanda**, ou seja, também se usa **K2** na fórmula.

Observe as fórmulas abaixo e veja que o **K2** aparece na fórmula de dimensionamento apenas para o dimensionamento do sistema a partir da **rede de distribuição**.

Vazão da captação, estação elevatória e adutora até a ETA (inclusive):

$$Q = \left(\frac{K1 \times P \times q}{86400} + Q_{\text{esp}} \right) \times C_{\text{ETA}}$$

Vazão da ETA até o reservatório:

$$Q = \frac{K1 \times P \times q}{86400} + Q_{\text{esp}}$$



Vazão do reservatório até a rede:

$$Q = \frac{K_1 \times K_2 \times P \times q}{86400} + Q_{\text{esp}}$$

Em que:

P = população da área abastecida;

q = consumo *per capita* de água;

K₁ = coeficiente do dia de maior consumo;

K₂ = coeficiente da hora de maior consumo;

Q_{esp} = Vazão específica, como por exemplo, de grandes consumidores (indústrias, comércios) – se a questão não mencionar nada, considera-se zero;

C_{ETA} = Consumo na ETA – se a questão não mencionar nada, considera-se 1 (um);

Caso não se tenha o **consumo per capita**, é possível calculá-lo a partir de alguns dados, da seguinte forma:

$$q_e = \frac{V_c}{NE \times ND \times NH/L}$$

Em que:

q_e = consumo efetivo *per capita* de água;

V_c = volume consumido pelos hidrômetros;

NE = número médio de economias;

ND = número de dias da medição pelos hidrômetros;

NH/L = número de habitantes por ligação.

As perdas de água do sistema de abastecimento devem ser consideradas para a determinação do consumo *per capita* em relação ao consumo efetivo mostrado acima, conforme a seguinte equação:

$$q = \frac{q_e}{1 - I}$$

Em que:

q = consumo *per capita* de água;



q_e = consumo efetivo *per capita* de água;

I = índice de perdas.

No caso de projetos, é usual fixar um índice de perdas como meta (ex.: 20%) e não utilizar os valores atuais, que geralmente são maiores.

Agora, vamos ver como isso pode cair em provas!



(IBADE/PREFEITURA DE SERINGUEIRAS-RO - 2019) Considere-se uma localidade fictícia com os seguintes dados:

- População: 5.000 habitantes.
- Consumo per capita: 150 l/hab.dia.
- Coeficiente de reforço do dia de maior consumo: 1,2.
- Coeficiente de reforço da hora de maior consumo: 1,5.
- Coeficiente de vazão mínima diária: 0,5.

Não serão consideradas perdas de água para esse sistema.

Qual a vazão de captação para essa localidade?

- a) 8,68 l/s.
- b) 13,02 l/s.
- c) 15,62 l/s
- d) 10,41 l/s.
- e) 4,34 l/s.

Comentários:

Em primeiro lugar, é preciso identificar a **fórmula correta** a ser usada. No caso do dimensionamento de vazão para **captação**, devemos utilizar a fórmula:

$$Q = \left(\frac{K1 \times P \times q}{86400} + Q_{esp} \right) \times C_{ETA}$$

Não se usa K_2 , pois não estamos falando da rede de distribuição! Agora, vamos observar os dados que a questão forneceu:

$P = 5000 \text{ hab}$

$q = 150 \text{ l/hab.dia}$



Coefficiente de reforço do dia de maior consumo (**K₁**) = **1,2**

No caso dessa questão, não foi informado se há consumo de industrial específico, portanto consideramos **Q_{esp} = zero**.

Também não foi informado que há consumo de água na etapa da ETA, portanto consideramos que o **coeficiente de multiplicação é 1,0**.

Logo:

$$Q = \left(\frac{1,2 \times 5000 \times 150}{86400} + 0 \right) \times 1,0$$
$$Q = 10,41 \text{ L/s}$$

Nessa questão, é importante ressaltar dois detalhes: a principal sacada é saber identificar qual **coeficiente** usar. Perceba que a questão forneceu outros coeficientes, tentando confundir o candidato. Portanto, não se engane, **você precisa memorizar** o que é o **K₁** e o **K₂** e lembrar que somente esses dois coeficientes são utilizados.

O segundo detalhe importante é que a questão facilitou trazendo os dados nas **unidades adequadas** para somente aplicar a fórmula. Por isso, preste atenção em outras questões que poderão vir com dados em unidades diferentes, sendo necessário passar de uma unidade para outra, para depois utilizar a fórmula.

Gabarito: alternativa D.

3 - Captação de Águas Superficiais

A captação em cursos de água é um conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados juntos a um manancial, para a retirada de água destinada a um sistema de abastecimento. A estrutura de captação deve ser projetada e construída de modo a funcionar em qualquer época do ano, permitir a retirada de água em quantidade e qualidade necessária para o abastecimento e facilitar a operação e manutenção do sistema.

Quando o manancial de captação se encontra em **cota inferior** à da cidade, é necessário a construção de uma **estação elevatória** (estrutura de bombeamento de água para ir de uma cota inferior para uma superior).

Além disso, quando a vazão a ser retirada é **menor** que a vazão mínima do manancial, a captação é feita **a fio d'água**, ou seja, diretamente no rio. Quando, em alguns períodos do ano, a vazão retirada é **maior** do que tem disponível, haverá necessidade da construção de um **reservatório de regularização**.





VAZÃO DE DEMANDA MENOR QUE
VAZÃO MÍNIMA DO MANANCIAL



Captação a fio d'água, diretamente no rio

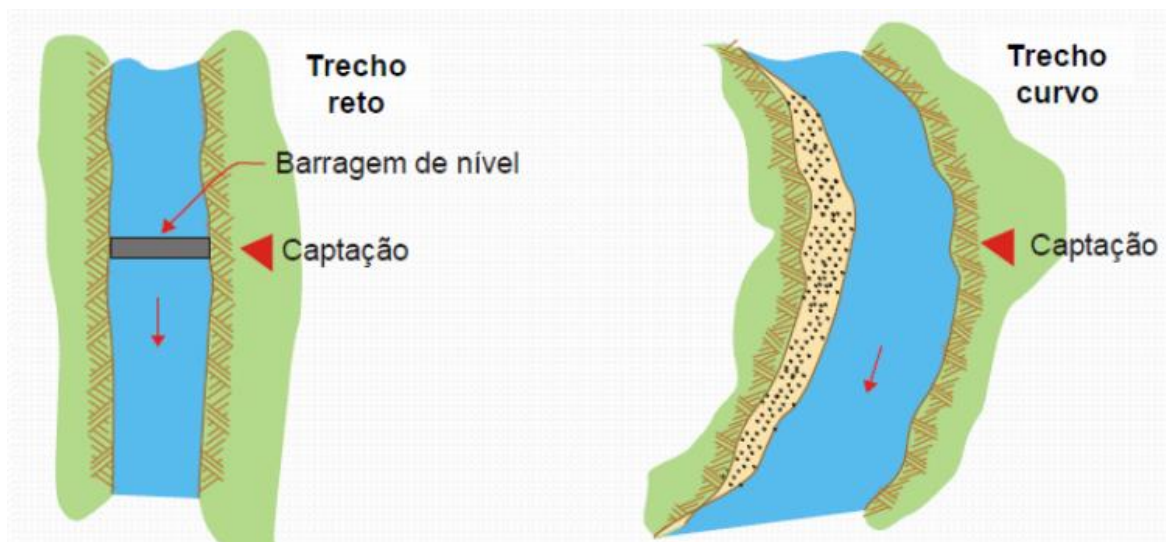
VAZÃO DE DEMANDA MAIOR QUE
VAZÃO MÍNIMA EM ALGUNS
PERÍODOS DO ANO



Necessário reservatório de
regularização de vazão

3.1 - Escolha do Local de Captação

A captação de água deve ser localizada em **trecho reto**, ou quando, em curva, junto à **curvatura externa** (**margem côncava**), onde as velocidades são maiores, evitando sedimentos. Ainda, as margens côncavas oferecem **profundidades maiores**, facilitando a submersão da entrada de água. A figura abaixo mostra esses exemplos de posicionamento da captação de água.



Fonte: TSUTIYA, 2006¹

¹ **Abastecimento de Água.** Tsutiya, Milton Tomoyuki. 3ª edição. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006. 643 p.



As estruturas de captação são complexas e devem, portanto, reduzir ao mínimo as alterações no curso de água como consequência das obras. Além disso, as estruturas devem ficar **protegidas** da **ação erosiva** das águas, efeitos de **remanso** e **variação de nível** do curso d'água.

Outro detalhe a ser observado na localização da estrutura é **garantir o acesso** ao local, mesmo em temporais e inundações. Por isso, é contraindicada a construção de obras em terrenos baixos próximos ao rio.

Assim, de forma geral, devem ser observados os seguintes cuidados para escolher um local de captação:

- **Evitar** locais sujeitos à formação de **bancos de areia**;
- **Evitar** locais com **margens instáveis**;
- Local a salvo de inundações, **garantia de acesso** todo o tempo;
- Condições **topográficas** e **geotécnicas** favoráveis.

Agora que já entendemos quais os critérios importantes para a localização da captação, vamos entender quais as classificações de captação mais comuns:

a) Captação direta ou a fio de água: a vazão necessária é **menor** que a vazão mínima do rio. Devem ter nível de água mínimo para o posicionamento da tubulação ou dispositivo de tomada.

b) Com barragem de regularização de nível de água: vazão necessária é **menor** que a vazão mínima do rio, mas em alguns períodos a vazão necessária é **maior**. Neste caso, a **vazão média** do rio deve ser **maior** que a vazão média necessária.

c) Captação em reservatórios ou lagos de usos múltiplos: feita em reservatórios que o uso prioritário não é o abastecimento.

3.2 - Partes Constituintes da Captação

Agora, iremos entender um pouco melhor cada parte da estrutura de captação de água. Essas instalações são variáveis conforme as condições da seção do curso hídrico, variação do nível da água, e topografia do terreno. Mas, basicamente, a captação de água é composta por:

1. Barragem, vertedor ou enrocamento;
2. Tomada de água;
3. Gradeamento;
4. Desarenador;
5. Dispositivos de controle;
6. Canais e tubulações.



Dentre essas estruturas, as mais importantes para as provas de concurso são: **barragem**, **vertedor** ou **enrocamento**, os **tipos de tomada de água**, e algumas informações sobre o **gradeamento** e o **desarenador**. Veremos mais detalhes a seguir.

3.2.1 - Barragem, Vertedor ou Enrocamento

Ocupam toda a sua largura para elevar o nível de água a uma cota pré-determinada, de modo a garantir o nível mínimo da água para o bom funcionamento da captação e das bombas.

Em curso de água **profundo** com **grande lâmina** de água no ponto da captação e vazão mínima do corpo hídrico **superior** a vazão máxima necessária para abastecer a cidade, **dispensa-se** a construção desses dispositivos.

- a) **Barragem**: construída quando a vazão média do curso d'água é **superior** às necessidades de consumo, mas as vazões mínimas são **inferiores**. As barragens de regularização são geralmente de **grande porte** e o seu dimensionamento é feito a partir dos histogramas do curso d'água e da vazão de demanda.



Barragem para captação de água no Rio São Bento/SC. Fonte: CASAN, 2022²

- b) **Barragem em nível**: geralmente tem **pequeno porte e altura** e funciona como um **extravasor**. É utilizada para **eleva o nível** do manancial a uma **cota pré-determinada**, geralmente para **evitar o vórtice na tomada de água**.

² Disponível em: <https://www.casan.com.br/noticia/index/url/estiagem-barragem-do-rio-sao-bento-garante-abastecimento-aos-municipios-da-regiao-de-criciuma#0>



Barragem de nível de Ribeirão Graipu/MG. Fonte: SAAE Guanhães, 2021³



No caso de **barragem em nível**, deve ser estudado o comportamento hidráulico da barragem para a vazão máxima do curso hídrico, assim como eventuais condições desfavoráveis de funcionamento.

Isso porque as vazões de enchente que passarem pela estrutura não devem provocar inundações danosas à captação e nem comprometer a sua estabilidade.

Assim, quando a largura da barragem não for suficiente para extravasar vazões de enchentes, é necessária a construção de extravasores laterais.

c) Vertedor: é uma estrutura especialmente projetada para elevar o nível de água ou extravasá-la, podendo ser de alvenaria, de pedras, de concreto simples ou ciclópico. Também pode permitir o extravasamento controlado com medição de vazão.

³ Disponível em: <https://saaeguanhaes.com.br/pagina/view/28>



Vetedouro da Represa Municipal em São José do Rio Preto/SP. Fonte: G1, 2019⁴

- d) **Enroncamento:** é uma barragem de nível constituída de **blocos de rocha** colocados no curso de água.



A **barragem** normalmente é uma estrutura muito maior, com o principal objetivo de **represar água** e possibilitar a captação.

A **barragem de nível** é uma estrutura menor e normalmente possui um **vertedouro**, que é o dispositivo com seção por onde a água irá extravasar para o outro lado.

Já o **enroncamento** nada mais é do que uma barragem de nível, mas feita com **blocos de rocha** no próprio curso d'água.

Todas essas estruturas possuem o mesmo objetivo: acumular água para regularizar o nível do manancial e poder captar parte da vazão acumulada!

3.2.2 - Tomada de Água

A tomada de água é entendida como o conjunto de dispositivos destinados a conduzir a água do manancial para as demais partes constituintes da captação. De acordo com a NBR 12.213/1992, a velocidade nos condutos livres ou forçados da tomada de água **não** deve ser inferior a **0,60 m/s**.

⁴ Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-jose-do-rio-preto-aracatuba/noticia/2019/09/25/chuva-em-rio-preto-faz-com-que-a-represa-municipal-volte-a-verter-agua.ghtml>



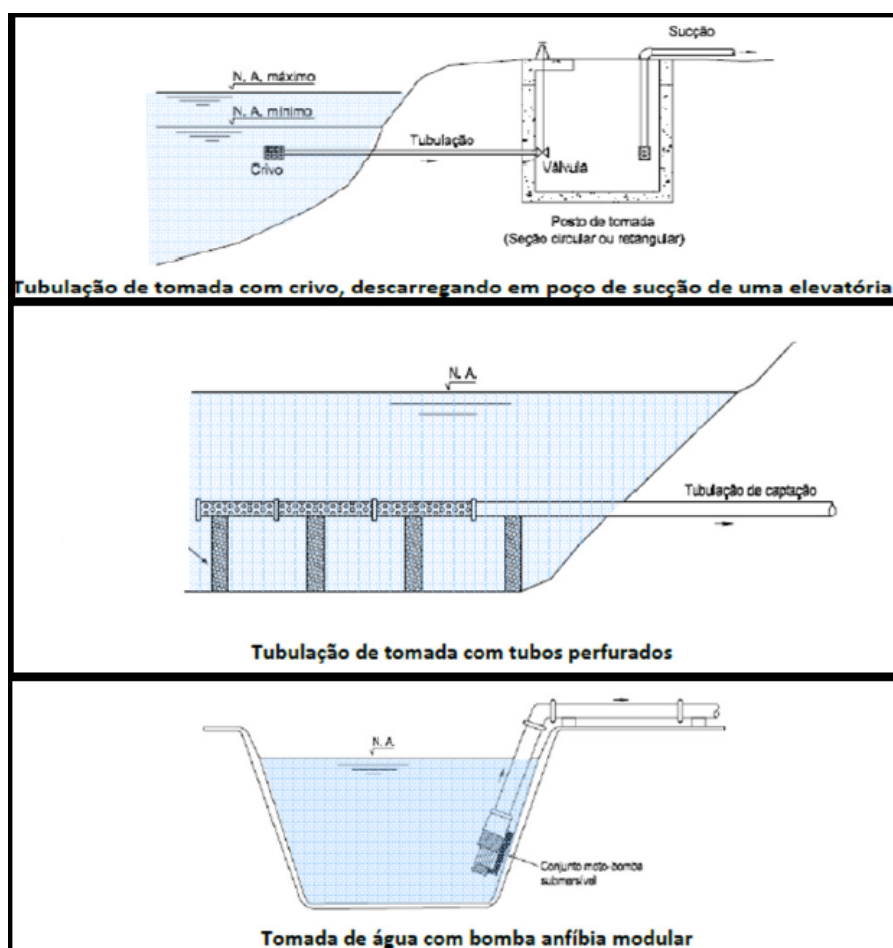
Os principais tipos de tomada de água são:

a) Tubulação de tomada

Dispositivo de tomada de água constituído por **tubulação simples**, conduz a água desde o manancial até a unidade seguinte.

A tubulação pode ser provida de um **crivo** (uma espécie de filtro na sua extremidade), pode ser em **tubos perfurados** (melhor opção para declividades pequenas) ou ainda a tubulação pode ser **diretamente conectada** no conjunto moto bomba (bombas anfíbias).

Em tomadas de água com tubulação, deve haver no mínimo uma tubulação para cada variação de **1,50 metro** no nível da água, e devem ser **ancoradas** e **protegidas** contra ação das águas, devem ser dotadas de válvulas para interrupção de fluxo, com possibilidade de fácil manobra.



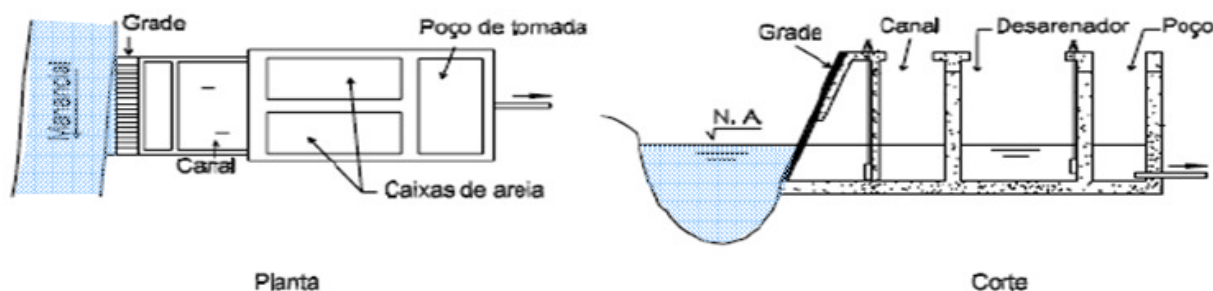
Fonte: Adaptado de Azevedo Neto et al., 1987.⁵

⁵ AZEVEDO NETTO, J. M. et al. Técnica de abastecimento e tratamento de água. São Paulo: Cetesb, 1987. v. 1.

b) Canal de derivação

Consiste no **desvio parcial** das águas de um rio a fim de facilitar a tomada de água. É utilizado em captações de **médio** ou **grande porte**, interligando a captação diretamente à unidade seguinte.

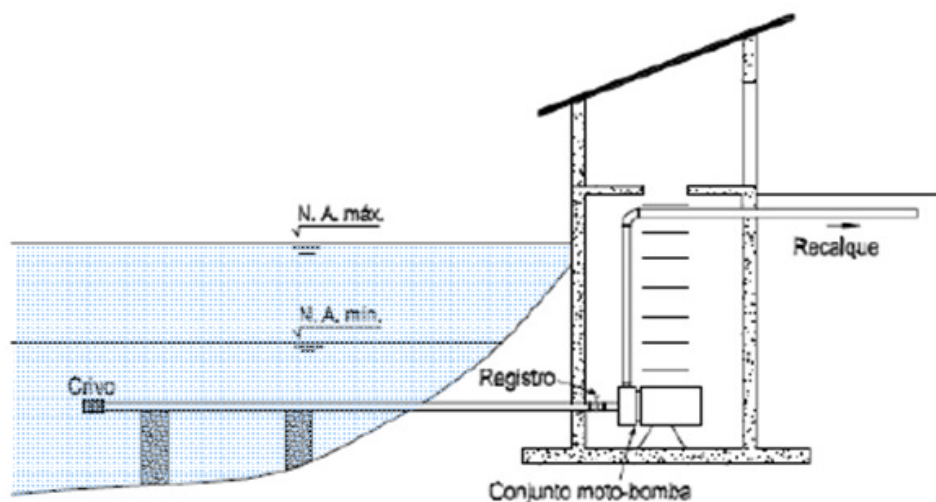
A tomada de água por meio de canal em cursos de água com transporte intenso de sólidos deve ser, no mínimo, um dispositivo de admissão de água para cada variação de **1,50 metro** do nível do rio.



Fonte: Adaptado de Azevedo Neto et al., 1987.

c) Poço de derivação

Destina-se a receber as tubulações e peças que compõem o trecho de sucção das bombas. Devem ter dimensões apropriadas para facilitar o trabalho de colocação ou reparação das peças e para assegurar a entrada de água ao sistema elevatório independentemente do nível das águas do rio. São utilizados normalmente em cursos d'água **perenes** sujeitos a **pequenas oscilações** de nível, em que não haja transporte de sedimentos (areia).



Fonte: Adaptado de Azevedo Neto et al., 1987.

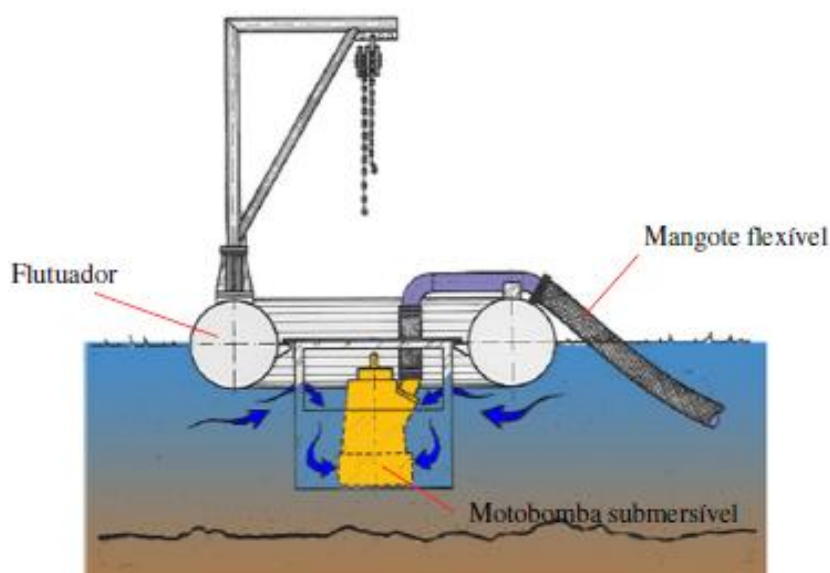
d) Captação flutuante

Aplica-se em **lagos** e **represas** ou em rios com regime de escoamento tranquilo, sem arraste frequente de sólidos flutuantes de grandes dimensões. É utilizada em sistemas de abastecimento para **pequenas e médias comunidades**, como uma alternativa mais econômica às torres de tomada.

A captação flutuante pode ser com conjunto moto bomba não submersíveis instalados em balsas, conjuntos submersíveis suspensos com flutuadores ou ainda com tomada de água flutuante.

Dentre essas três opções, a alternativa com **balsa** é a mais vantajosa para sistemas de **maior porte** (que requerem **maior vazão de captação**), enquanto a modalidade de **conjuntos submersíveis com flutuadores** é melhor para captação de **menor vazão**.

Independente da opção escolhida, deve ser dada atenção à **ancoragem** da **estrutura flutuante**, principalmente quando ela é instalada em rios. Além disso, a **tubulação** deve ser de **material flexível**, em função do arraste e movimentação da água.



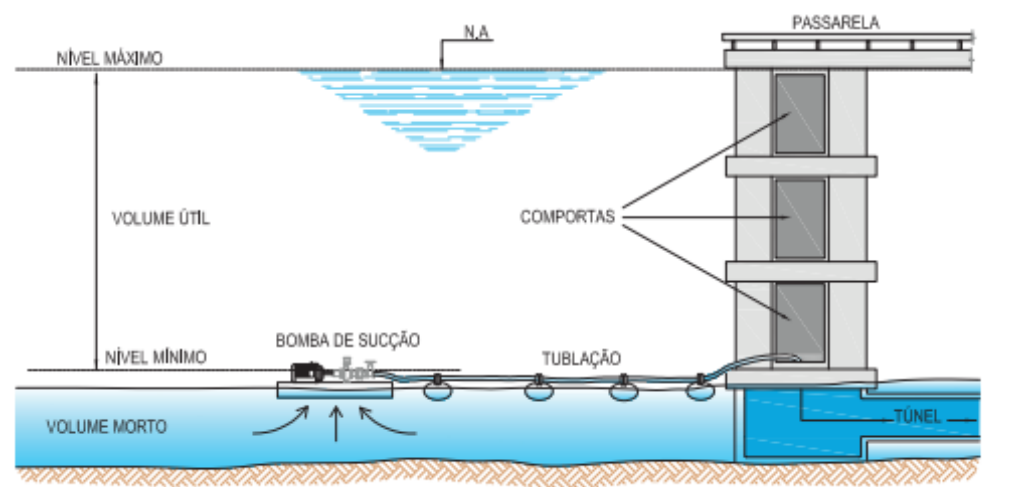
Fonte: Adaptado de Azevedo Neto et al., 1987.⁶

e) Torre de tomada

Utilizada para retirada de **grandes vazões** em **rios caudalosos**, havendo entradas de água em diferentes níveis. Pode ser utilizada quando o manancial possui grande variação de nível, pois a torre possui comportas em **diferentes alturas** para comportar essa variação de nível.

⁶ AZEVEDO NETTO, J. M. et al. Técnica de abastecimento e tratamento de água. São Paulo: Cetesb, 1987. v. 1.

A torre de tomada pode funcionar apenas como um dispositivo de tomada de água ou como tomada de água e elevatória. Isso vai depender do porte do sistema e das condições topográficas do terreno nas suas imediações.



Fonte: Adaptado de Azevedo Neto et al., 1987.⁷

3.2.3 - Gradeamento

O gradeamento é composto por componentes que impedem a passagem de **materiais grosseiros**, flutuantes ou em suspensão. Dependendo das características do corpo hídrico há dois tipos de grades que podem ser instaladas:

Grade grosseira: geralmente destinada à retenção de material de dimensões superiores a **7,5 cm** (cursos de água sujeitos a regime torrencial).

Grade fina: geralmente é utilizada para a retenção de material de dimensões inferiores a **7,5 cm**.

Assim, em cursos de água sujeitos a regime torrencial e quando corpos flutuantes de grandes dimensões possam causar danos às instalações de grades finas ou telas, devem ser previstas as instalações de grades grosseiras primeiro.

Em casos de vazões muito grandes, é recomendável equipamento mecânico para a **limpeza** das grades.

3.2.4 - Desarenador

O desarenador é o dispositivo responsável pela retenção de **sólidos suspensos** mais finos. A retenção é feita através da passagem da água com velocidade reduzida, permitindo a **sedimentação** das partículas.

⁷ AZEVEDO NETTO, J. M. et al. Técnica de abastecimento e tratamento de água. São Paulo: Cetesb, 1987. v. 1.



Preferencialmente, o desarenador deve ser instalado **próximo à tomada de água** e, juntamente com a grade, são os dispositivos responsáveis pela retenção de sólidos que podem ser prejudiciais ao conjunto moto bomba.



(CEBRASPE/TCE-MG – 2018, adaptada) A respeito da etapa de captação de um sistema de abastecimento de água, assinale a opção correta.

- a) A captação flutuante é recomendada para o regime de escoamento de curso d'água torrencial ou rápido.
- b) Tomadas d'água devem ser preferencialmente instaladas ao longo de trechos retos do curso d'água; contudo, se for necessário instalá-las em trechos curvos, deve-se preferir o lado côncavo da curva.
- c) O uso de grades nas caixas de tomada d'água é recomendado para conter o excesso de algas em um manancial.
- d) Se a vazão do manancial for inferior à demanda, a captação de água poderá ser viabilizada com a construção de uma barragem de nível.

Comentários:

A **alternativa A** está errada. É justamente o contrário! A captação flutuante é recomendada para o regime de escoamento de cursos d'água tranquilos ou lagos e represas.

A **alternativa B** está correta e é nosso gabarito. Deve-se preferir o lado côncavo da curva principalmente por acumular menos sedimentos e também por ter uma profundidade maior, possibilitando uma maior lâmina d'água.

A **alternativa C** está errada, porque o uso de grades na captação não tem o intuito de conter o excesso de algas, mas sim o excesso de sólidos grosseiros.

A **alternativa D** está errada. A barragem seria interessante caso a vazão do manancial por vezes fosse inferior à demanda, o que exigiria um reservatório para a regularização. De todo modo, a vazão média do rio sempre deve ser maior que a vazão média demandada. Caso contrário, isto é, se a vazão do manancial for inferior à demanda, como afirma a questão, a barragem não seria suficiente, pois ela apenas aumenta o nível e regulariza a vazão, mas não aumenta o volume de água fornecida pelo rio.





(FUNCERN/CAERN - 2014) A captação de águas superficiais, tipo torre de tomada, é empregada quando se:

- a) Tem o manancial com área muito grande para a evaporação, combinado com o fundo argiloso.
- b) Necessita abastecer a população que cresceu acima do previsto.
- c) Tem grande variação de nível, com pouca alteração na qualidade da água.
- d) Instalam os grupos moto-bombas junto às margens do manancial.

Comentários:

A captação com torre de tomada é utilizada para retirada de grandes vazões em rios caudalosos, havendo entradas de água em diferentes níveis. Pode ser utilizada quando o manancial possui grande variação de nível, pois a torre possui comportas em diferentes alturas para comportar essa variação de nível.

Portanto, a **alternativa C** está **correta** e é o nosso gabarito.

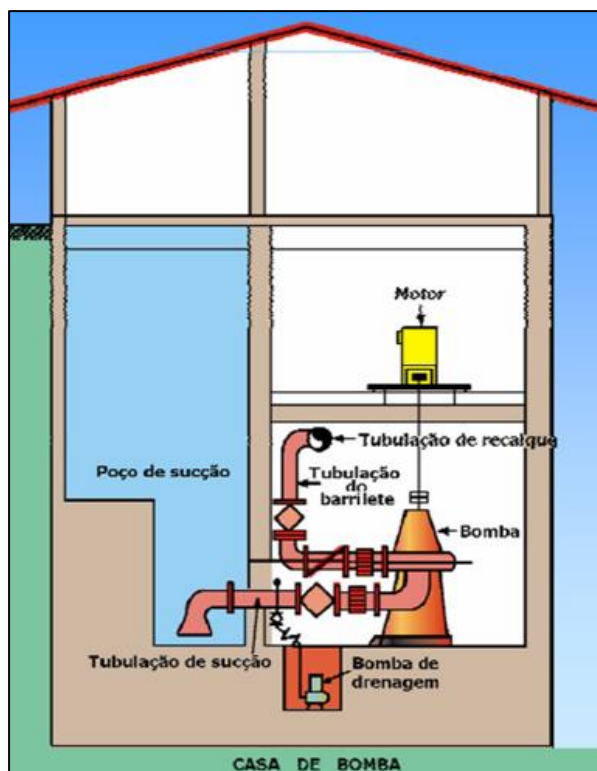
4 - Estações Elevatórias

Uma estação elevatória é uma estrutura responsável por inserir energia no sistema, por meio de **bombas**, para que a água possa ser conduzida de uma cota **mais baixa** para uma cota **mais alta** no terreno. Normalmente, após a estrutura de captação de água bruta, há uma estação elevatória para bombear a água captada até a localização da ETA.

Os componentes de uma estação elevatória geralmente são: equipamento eletromecânico, bomba, motor, tubulação de sucção, barrilete, tubulação de recalque, construção civil, poço de sucção e casa de bomba.

Para concursos públicos, não iremos aprofundar muitos detalhes de todos esses componentes, apenas veremos alguns aspectos importantes para a escolha das bombas e acessórios. A figura abaixo mostra um esquema de uma estação elevatória.





Fonte: Adaptado de Azevedo Neto et al., 1987.⁸

O **poço de sucção** é o local da estação que recebe a água da captação, enquanto a **bomba** é o componente que gera **energia** para sugar a água através da **tubulação de sucção**. Com a energia introduzida no sistema, a água passa pelo **barrilete** (conjunto hidráulico formado por tubulações, registros e conexões) e segue para a **tubulação de recalque**, que irá conduzir a água até a próxima etapa do sistema.

Em relação ao número de bombas, para **pequenas elevatórias**, o **número mínimo** usualmente recomendado é de **2 unidades** iguais, devendo cada uma delas estar em condições de isoladamente, atender à vazão máxima prevista.

Em **elevatórias maiores**, o número mínimo é de **3 unidades**, sendo que pelo menos 2 delas funcionando simultaneamente devem atender a vazão máxima prevista.

Além disso, recomenda-se que haja uma garantia de reserva instalada que corresponda, pelo menos, a **25%** da **capacidade total**, em casos de **elevatórias maiores**, e **50% a 100%** em **elevatórias menores**.

4.1 - Tipos de Estações Elevatórias

Os seguintes tipos de estações elevatórias podem ser encontrados:

⁸ AZEVEDO NETTO, J. M. et al. Técnica de abastecimento e tratamento de água. São Paulo: Cetesb, 1987. v. 1.



- I. Elevatória de **água bruta** (recalca água sem tratamento);
- II. Elevatória de água **tratada** (recalca água após o tratamento);
- III. *Booster*: elevatória para **reforço** na adução ou para **aumentar a pressão**.

Além disso, de acordo com a instalação da bomba, as elevatórias podem ser classificadas em de **poço seco** ou **poço úmido**. Quando a bomba localiza-se **fora** da água é denominada de poço **seco**; caso contrário, será de poço úmido. As elevatórias de reforço (*booster*) não dispõem de poço de sucção, pois são instaladas diretamente na adutora ou na rede principal de abastecimento de água.

4.2 - Classificação de Bombas

Nos sistemas de abastecimento de água, as bombas mais comuns são as **Bombas Cinéticas do tipo Centrífugas**.

Em bombas centrífugas normais, instaladas ao nível do mar e com fluído bombeado a temperatura ambiente, recomenda-se que o **desnível geométrico**, isto é, a altura entre o nível dinâmico da captação e o bocal de sucção da bomba não exceda **8 metros** de coluna d'água (8 mca).

Por serem **cinéticas**, significa que fornecem **energia** à água sob forma de energia de **velocidade**. Por serem **centrífugas**, as bombas aceleram a massa líquida através da **força centrífuga** fornecida pelo **giro do rotor**, cedendo energia cinética à massa em movimento e transformando a energia cinética internamente em **energia de pressão**, permitindo que a água atinja posições mais elevadas dentro de uma tubulação.

As bombas centrífugas são máquinas que podem trabalhar à mesma rotação, sob diferentes condições de vazão e de altura manométrica. Entretanto, cada bomba é projetada para elevar uma determinada vazão a uma altura manométrica total em condições de **máximo desempenho**. À medida que a vazão e a altura manométrica se afastam dessas condições, o rendimento da bomba tende a **cair**.

De forma geral, as bombas centrífugas possuem as seguintes partes:

Rotor: peça mais importante da bomba, projetado para fornecer uma vazão Q contra uma altura manométrica H , girando a n rotações por minutos;

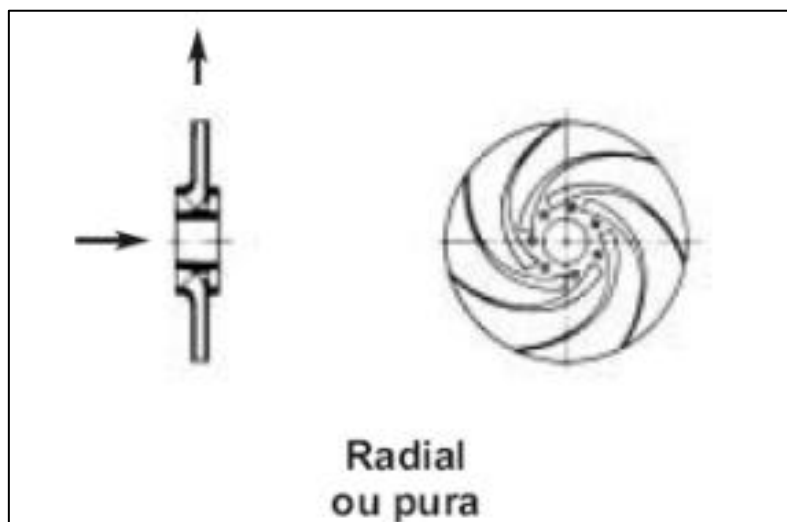
Vedação: a vedação da bomba é feita com uma **caixa de gaxeta**, que tem a função de **impedir vazamento** onde o eixo atravessa a carcaça. Se a pressão do líquido bombeado no interior da caixa de gaxeta for **maior** que a **pressão atmosférica**, sua função é evitar que o líquido vaze para fora da bomba. Se a pressão no seu interior for **menor** que a pressão atmosférica, sua função é **evitar** a **entrada de ar** para dentro da bomba.

Mancais: são **apoio do eixo** e têm a função de manter o conjunto rotativo na posição correta em relação às partes estacionárias da bomba.

De acordo com a trajetória do líquido, as bombas centrífugas podem ser classificadas nos seguintes tipos:

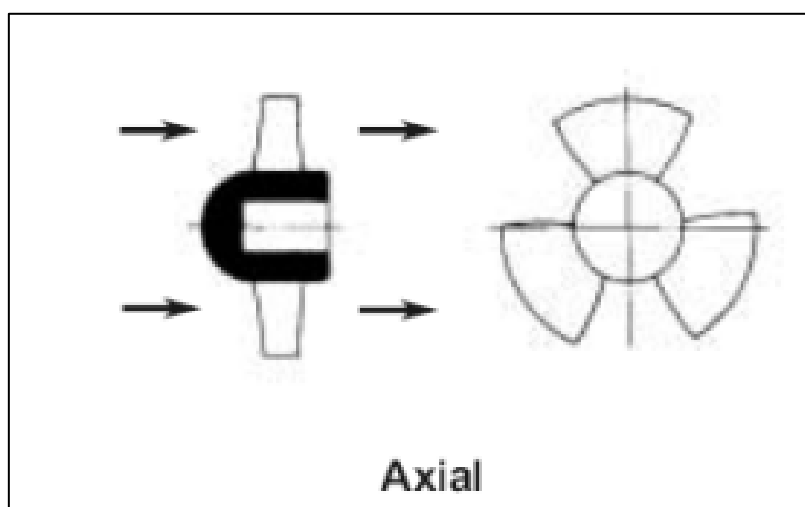


Bomba de fluxo radial: impõe um escoamento do líquido preponderantemente no sentido **centrífugo radial**. Podem ser de **sucção simples** ou **dúpla**. São empregadas onde se exigem **grande altura de elevação**, e vazão **relativamente pequena**.



Fonte: Adaptado de Azevedo Neto et al., 1987.⁹

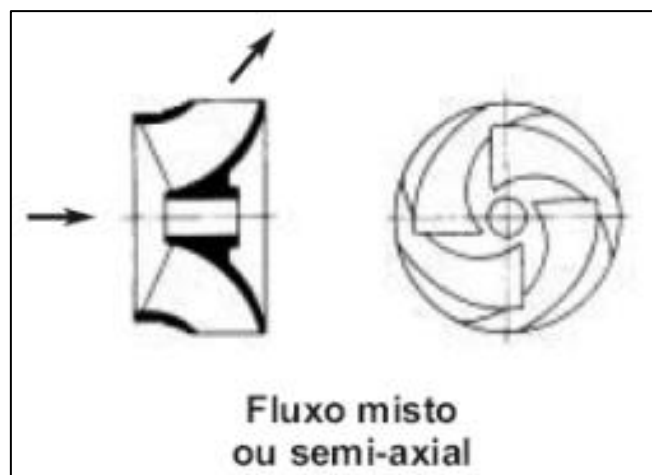
Bomba de fluxo axial: o formato do rotor impõe um **escoamento** no **sentido axial**. Esse tipo de bomba é empregado para recalcar **grandes vazões** e **pequena altura de elevação**.



Fonte: Adaptado de Azevedo Neto et al., 1987.

Bombas de fluxo misto: o rotor impõe um **escoamento simultâneo** nos sentidos **axial** e **radial**. São empregadas para os casos em que a **altura de elevação** seja relativamente **baixa** e **vazão elevada**.

⁹ AZEVEDO NETTO, J. M. et al. Técnica de abastecimento e tratamento de água. São Paulo: Cetesb, 1987. v. 1.

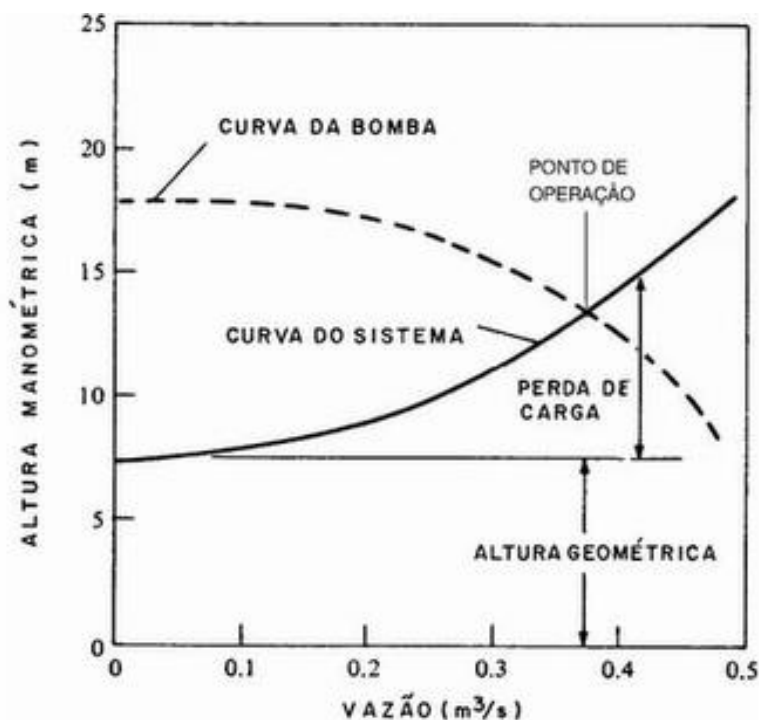


Fonte: Adaptado de Azevedo Neto et al., 1987.

4.3 - Curvas Características das Bombas Centrífugas

A forma geral das curvas características varia em função da rotação específica da bomba, normalmente compreendendo **vazão** (em m³/h) contra a **altura manométrica total** (em m), **potência consumida**, **eficiência** da bomba e o **NPSH** (veremos a seguir). É comum o fabricante da bomba fornecer as curvas características para diversos diâmetros do rotor que podem ser usados na bomba.

Assim, para a escolha da bomba, é importante cruzar as informações das bombas do fabricante com a **curva do sistema** (vazão requerida e altura manométrica a ser vencida), para então encontrar o **ponto de operação (ou de trabalho)**.



Fonte: TSUTIYA, 2006.

Quando falamos em concursos públicos, as bancas não costumam aprofundar muito questões de cálculo. Entretanto, há algumas equações e relações que são importantes de serem conhecidas por você.

Potência fornecida pela bomba:

$$P_l = \gamma \times Q \times H$$

Em que:

P_l = potência líquida fornecida pela bomba (kW);

γ = peso específico da água (N/m³);

Q = vazão (m³/s);

H = altura manométrica total (m).

Rendimento da bomba:

$$\eta = \frac{P_l}{P_b} = \frac{\gamma \times Q \times H}{P_b}$$

Em que:

P_b = potência consumida pela bomba, em kW;

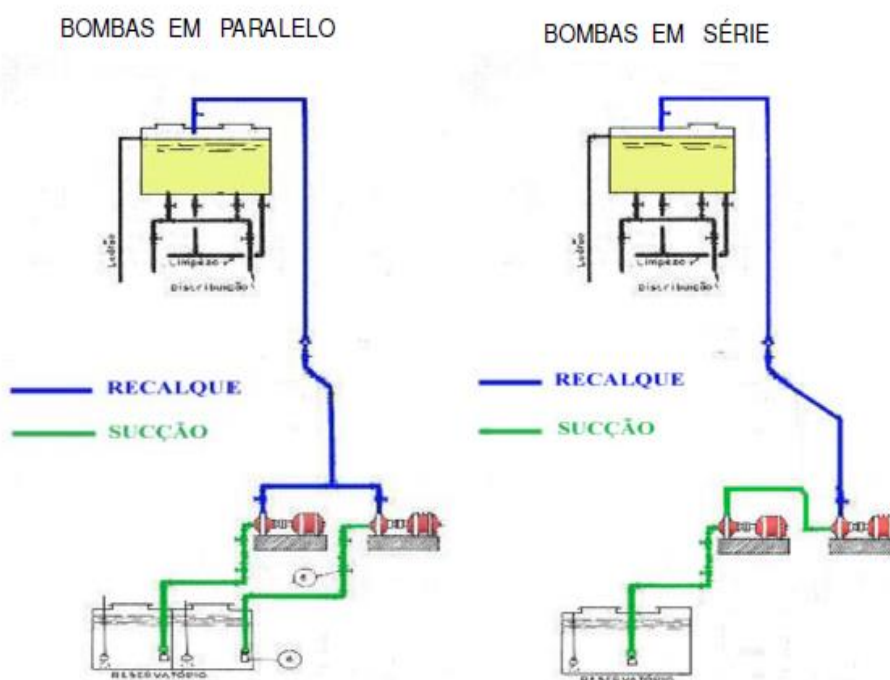


η = rendimento ou eficiência da bomba.

Para a escolha da bomba, é necessário entender o que é **NPSH** (do inglês, *Net Positive Suction Head*) ou **potencial energético disponível no local**, que é resultante da pressão atmosférica no local, menos ou mais o desnível geométrica da sucção, pressão de vapor e perda de carga na sucção.

Sendo assim, para a definição da bomba, teremos o **NPSH disponível** (**NPSH_d** – pressão absoluta por unidade de peso existente na sucção da bomba – entrada do rotor – superior à pressão de vapor do fluido bombeado) da bomba e o **NPSH requerido** (**NPSH_r** – pressão absoluta mínima por unidade de peso superior à pressão de vapor do fluido bombeado na sucção da bomba – entrada do rotor –, para que não haja cavitação) pelo sistema. De acordo com a NBR 12.214/2020, o NPSH_d deve superar o NPSH_r em pelo menos **1,0 metro** em todas as condições de operação determinadas pela curva característica do sistema.

A operação pode ser feita com apenas uma bomba, **bombas em paralelo** ou **bombas em série**. O sistema em paralelo significa que a vazão total de sucção será dividida em duas bombas, enquanto no sistema em série, a mesma vazão passará por uma bomba e em seguida por outra. A figura abaixo exemplifica essas situações:



Fonte: Adaptado de TSUTIYA (2006)

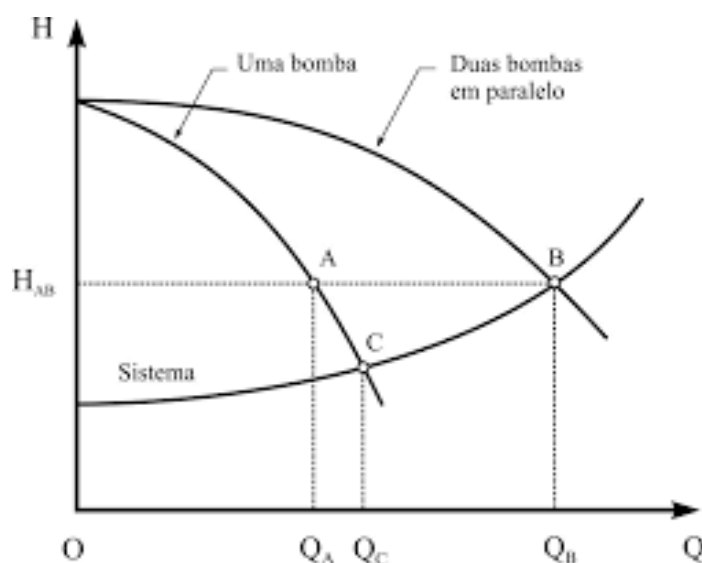
A curva combinada das **bombas em paralelo** é obtida pela **soma** de suas respectivas **vazões** correspondentes à mesma altura das bombas.



Mas atenção! A **vazão total das bombas** em paralelo **não** é distribuída de forma **linear** para cada uma delas. Ou seja, não necessariamente um sistema com duas bombas em paralelo terá cada bomba operando com a $Q_{total}/2$.

Em um sistema com várias bombas em paralelo, as condições de operação de cada uma delas podem **variar sensivelmente** em função do número de bombas em operação simultânea, fazendo com que o ponto de operação de cada uma se afaste de seu ponto de melhor eficiência.

Deve-se fazer o projeto do sistema de bombeamento de tal modo que, nas condições mais desfavoráveis, a vazão de cada bomba não saia dos limites de **60%** a **120%** da vazão correspondente ao ponto de maior rendimento da respectiva bomba.

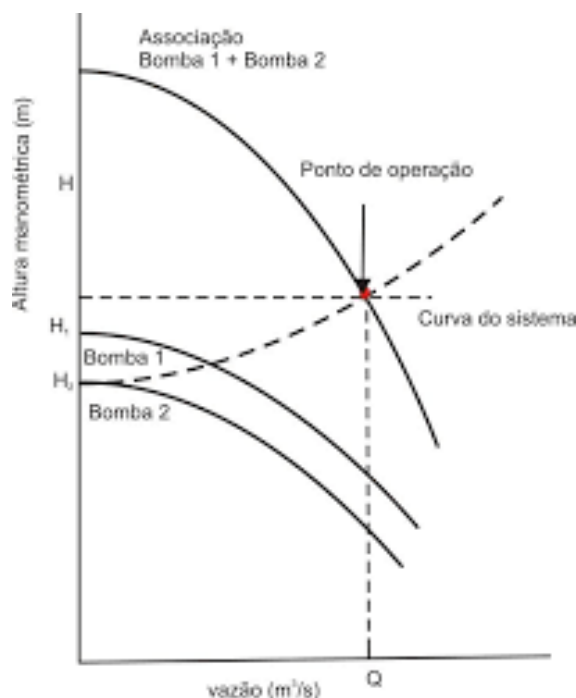


Fonte: Adaptado de TSUTIYA (2006)

No caso da **associação em série**, as bombas são instaladas de modo que a **mesma vazão** passe sequencialmente por duas ou mais delas. Nesse caso, pode ser instalada em uma única casa de bomba, ou inseridas em pontos convenientemente escolhidos ao longo da linha de recalque.

Na associação de **bombas em série**, **cada uma** é responsável por uma parcela da altura manométrica total do sistema elevatório correspondente à vazão de recalque.





Fonte: Adaptado de TSUTIYA (2006)



A associação de bombas **em paralelo** é utilizada para aumentar a **vazão de sucção**, enquanto a associação das bombas **em série** é utilizada para conseguir atingir uma **altura manométrica** maior exigida pelo sistema.

4.3.1 - Cavitação nas Bombas

A **cavitação** aparece quando a **pressão do líquido** atinge a **tensão máxima do vapor** do líquido na sua temperatura, formando-se **bolhas de vapor** que provocam de imediato uma diminuição da massa específica do líquido. Essas bolhas (ou cavidades) são arrastadas pelo escoamento e atingem regiões em que a pressão reinante é maior que a pressão existente na região onde elas se formaram. Essa **brusca variação** de pressão provoca o **colapso das bolhas** por um processo de **implosão**, processo extremamente rápido.

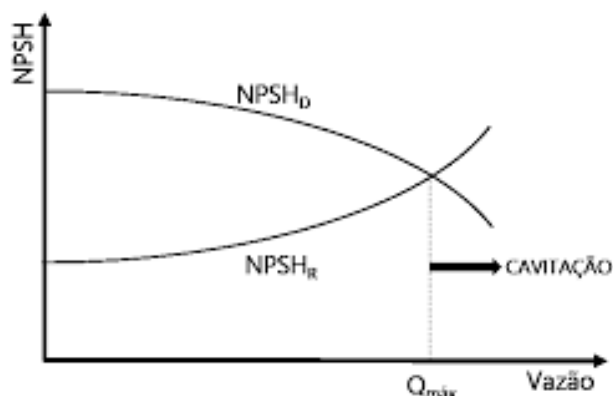
Quando o colapso da bolha ocorre em contato com a **superfície sólida**, como o rotor da bomba, uma pequena área desta superfície é momentaneamente exposta a uma **tensão de tração** extremamente

elevada. Esse efeito, sendo repetido continuamente por inúmeras bolhas, provoca um **processo erosivo** por martelagem na superfície metálica.



Fonte: Pricast, 2009¹⁰

No caso das bombas, o processo de cavitação é mais crítico durante a **sucção**, sendo necessário determinar o NPSH disponível no sistema e o NPSH requerido pela bomba. Para evitar a cavitação, a bomba precisa operar em situações onde sempre o **NPSH_{disponível} > NPSH_{requerido}**.



Fonte: Adaptado de TSUTIYA (2006)

4.4 - Tubulações e Órgãos Acessórios

As tubulações elevatórias de água são classificadas em: tubulação de sucção, barrilete e tubulação de recalque. Os principais órgãos acessórios conectados às tubulações de sucção e barrilete são as válvulas de bloqueio, válvulas de retenção, e válvulas de pé.

¹⁰ Disponível em: https://www.interempresas.net/Componentes_Mecanicos/Articulos/34521-Cavitacion-en-el-bombeo-de-fluidos.html

a) Válvulas de bloqueio: devem interromper totalmente o fluxo da canalização, trabalhando em duas posições: aberto ou fechado. As principais válvulas de bloqueio são: válvula de gaveta e válvula borboleta.

As **válvulas de gaveta** trabalham ou abertas, ou fechadas, porque apresentam excessiva vibração e risco de cavitação quando semiabertas. Sua utilização é recomendada em situações que exijam pouca frequência de uso, pois seu acionamento é lento em relação a outros tipos de válvulas.



Válvula de gaveta. Fonte: MTI Brasil 2019¹¹

Já a **válvula borboleta** tem a função de regulação e bloqueio do fluxo de uma canalização, admitindo grande frequência de uso porque permite funcionamento semiaberto.

Partes de uma Válvula Borboleta



¹¹ Disponível em: <https://www.mtibrasil.com.br/produtos/valvula-gaveta-classe-150.php>

Válvula borboleta. Fonte: MTI Brasil 2019¹²

b) Válvulas de retenção: geralmente são **instaladas na saída das bombas** e permitem apenas o **escoamento do fluxo em uma direção**, destinando-se à **proteção das instalações** de recalque contra o refluxo de água. Quando uma elevatória é desligada por falta de energia, por exemplo, a válvula de retenção evita o retorno da água contida na adutora.



Válvula de retenção. Fonte: MTI Brasil 2019¹³

c) Válvula de pé com crivo: utilizada para fazer a **escorva de bombas não afogadas**. A válvula introduz na sucção uma **perda de carga considerável** e exige um serviço de manutenção constante. Contudo, permite vedação da água, assim a tubulação de sucção se mantém com água, mesmo se a bomba for paralisada.



Válvula de pé. Fonte: TIGRE, 2022¹⁴

¹² Disponível em: <https://www.mtibrasil.com.br/artigos/valvula-borboleta.php>

¹³ Disponível em: <https://www.mtibrasil.com.br/artigos/valvula-borboleta.php>

¹⁴ Disponível em: <https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-valvula-de-pe.html>



O que é sistema de escorva de bombas?

De acordo com a posição do nível de água no poço de sucção, ou tomada de água, existem dois casos a serem considerados: **bomba afogada** e **bomba não afogada**.

Na **bomba afogada**, o nível de água no poço está acima do flange de sucção, portanto a bomba trabalha afogada, sendo alimentada diretamente pela água do poço sem necessidade de nenhum dispositivo auxiliar.

No caso de **bombas não afogadas**, o corpo da bomba está acima do nível d'água. Assim, se a tubulação de sucção não estiver cheia de água, a bomba não conseguirá funcionar.

Para encher a tubulação de água, ou injeta-se água de forma a expulsar o ar contido em seu interior, ou se estabelece um vácuo parcial em seu interior, de forma que a água do poço de sucção seja aspirada até atingir o corpo de uma bomba. É possível fazer isto através da **escorva** da bomba, ou seja, a substituição do ar na sucção da bomba por água.



(COPEVE/UFAL - 2011) Como se deve determinar o ponto de trabalho ou de operação de uma bomba centrífuga que recalca água para um reservatório elevado de abastecimento público?

- a) Determina-se o ponto de inflexão máxima da curva característica da bomba.
- b) Determina-se o ponto de intersecção entre a curva característica da bomba e a curva do sistema.
- c) Determina-se o ponto de inflexão mínima da curva característica da bomba.
- d) Determina-se diretamente no catálogo da bomba fornecido pelo fabricante.
- e) Determina-se o ponto de intersecção entre a curva característica da bomba e a curva característica do motor.

Comentários:



Vimos anteriormente que a determinação do ponto de operação de uma bomba (ou de trabalho) é identificado através da **intersecção da curva do sistema com a curva da bomba**. Portanto, o gabarito é a **alternativa B**.

(CEBRASPE/MPU - 2013) Julgue o item seguinte, acerca de sistemas, métodos e processos de abastecimento, tratamento, reservação e distribuição de águas.

Quanto ao coletor, as bombas centrífugas são classificadas como de fluxo radial, de fluxo misto ou de fluxo axial, de acordo com o ângulo de saída do líquido em relação ao eixo da bomba.

Comentários

Pegadinha do Cebraspe!

Questão **errada**, pois as bombas centrífugas são classificadas como de fluxo radial, misto ou axial de acordo com a **trajetória do líquido no rotor**, não de acordo com o ângulo de saída.

(CEBRASPE/FUNASA - 2013) No que se refere à captação e distribuição de água para abastecimento público, julgue o item subsequente.

Em uma estação de recalque em que três bombas iguais estejam funcionando simultaneamente e em paralelo, se uma delas for desligada, a vazão bombeada será reduzida exatamente em um terço.

Comentários:

Vimos que a vazão total das bombas em paralelo não é distribuída de forma linear para cada uma delas. Ou seja, não necessariamente um sistema com duas bombas em paralelo terá cada bomba operando com a $Q_{total}/2$. O mesmo vale para 3 bombas em paralelo.

Na verdade, a vazão total do sistema é menor do que a soma das vazões das bombas operando isoladamente, pois, quando há três bombas em paralelo, existe a resistência adicional da tubulação e conexões a serem instaladas em cada uma e que provocariam perdas de cargas (e redução da vazão) diferentes.

Portanto, questão **errada**.

5 - Adutoras

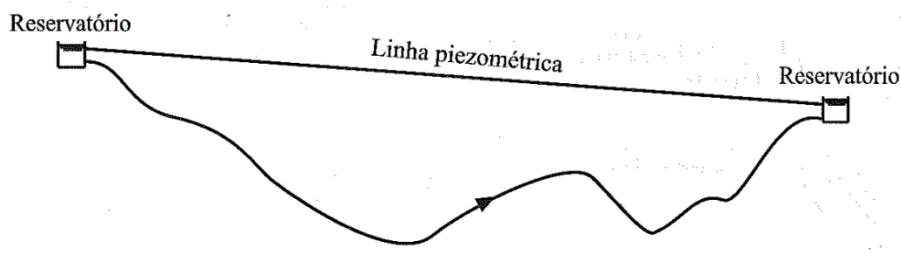
De acordo com a **NBR 12.215/2017 – Projeto de Adutora de Água – Parte 1: Conduto forçado**, as adutoras são **canalizações** dos sistemas de abastecimento de água destinadas a transportar água entre unidades operacionais do sistema.

Quanto à **qualidade da água** transportada, as adutoras podem ser classificadas em de **água bruta** ou adutoras de **água tratada**.

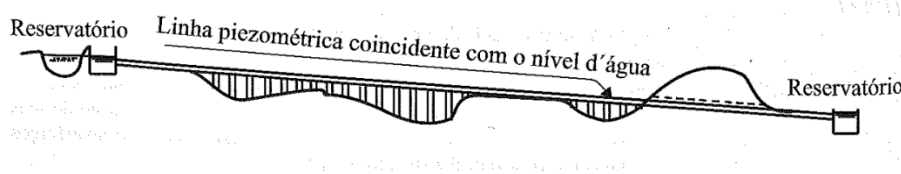
Já quanto à **energia** para movimentação da água, podem ser **por gravidade** (de uma cota mais alta para uma mais baixa, por conduto forçado ou livre), por **recalque** (de uma cota mais baixa para uma mais alta, utilizando bombeamento), ou **mistas** (trechos por recalque e trechos por gravidade).



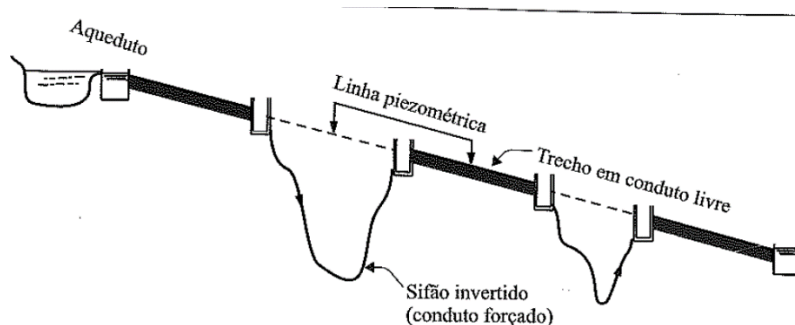
As figuras a seguir exemplificam a configuração das adutoras por gravidade.



Adutora por gravidade em conduto forçado. Fonte: TSUTIYA, 2006.



Adutora por gravidade em conduto livre. Fonte: TSUTIYA, 2006.



Adutora por gravidade com trechos em conduto livre. Fonte: TSUTIYA, 2006.

5.1 - Hidráulica para Adutoras

De modo geral, para o dimensionamento das adutoras considera-se o escoamento em regime **permanente** e **uniforme**. As duas equações mais utilizadas são a equação de energia e a equação da continuidade:

$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta h \quad (\text{equação de energia})$$

Em que:

Z = carga de posição (m);

$\frac{p}{\gamma}$ = carga de pressão;

$\frac{v^2}{2g}$ = carga cinética;

Δh = perda de carga.

Assim, tem-se as relações:

$$Z + \frac{p}{\gamma} = \text{linha piezométrica}$$

$$Z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} = \text{linha de carga}$$

$$Z + \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + \Delta h = \text{plano de carga}$$

$$Q = V_1 \times A_1 = V_2 \times A_2 = V \times A \text{ (equação da continuidade)}$$

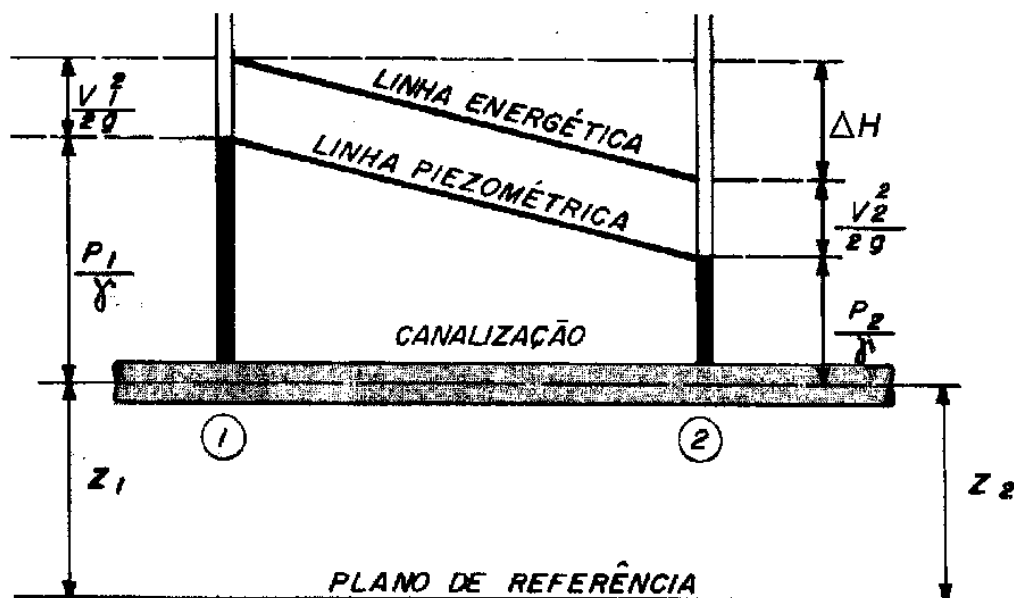
Em que:

Q = vazão (m^3/s);

V = velocidade média na seção (m/s);

A = área da seção de escoamento (m^2).

A figura a seguir apresenta um esquema com a canalização e as linhas de energia do no sistema:

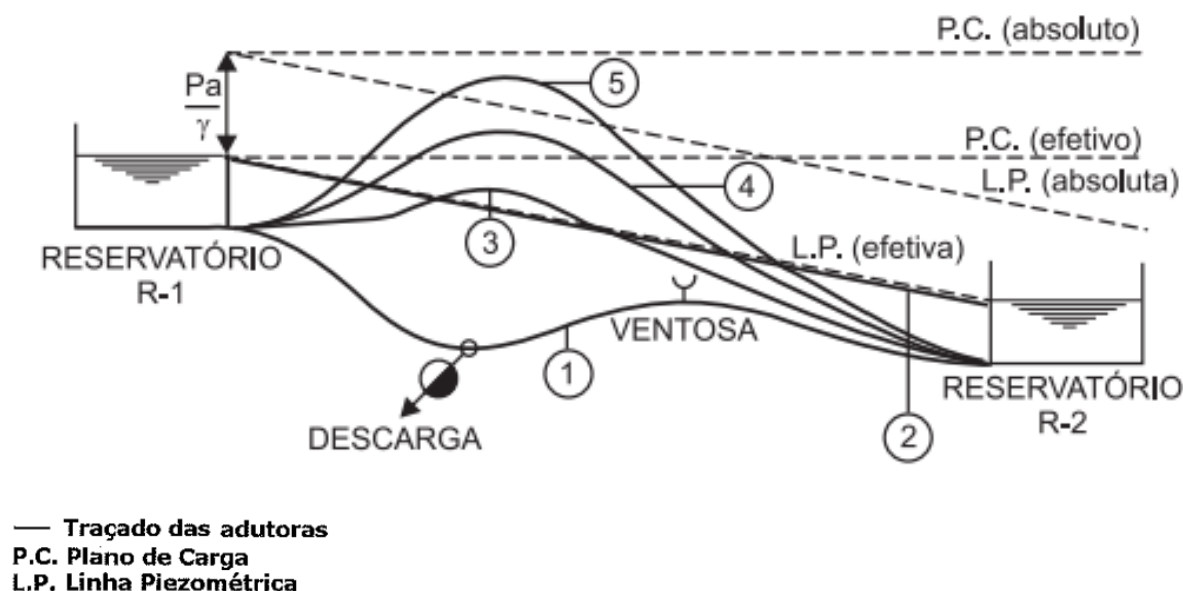


Fonte: TSUTIYA, 2006

Definido o esquema global do sistema de abastecimento de água, deve ser feito o **traçado da adutora**, que geralmente é função das **características topográficas** do terreno e também deve considerar

aspectos como a influência do plano de carga e da linha piezométrica, a localização e perfil da adutora, as faixas de servidão ou desapropriação para implantação e operação das adutoras.

As adutoras por **gravidade** podem estar totalmente abaixo, coincidentes ou acima (em alguns trechos), do plano de carga e da linha piezométrica, conforme mostra a figura a seguir.



Traçado das adutoras por gravidade e posição do plano de carga e da linha piezométrica (TSUTIYA, 2006).

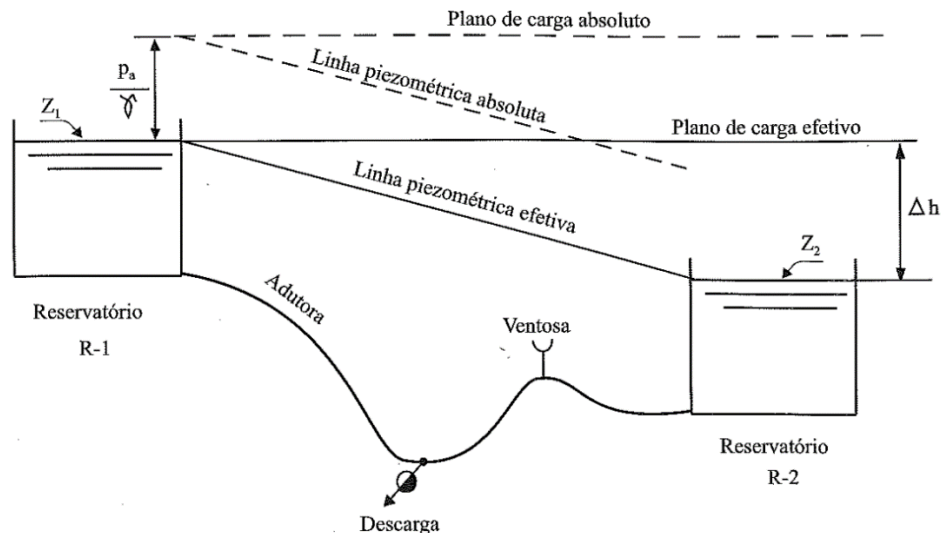
Note que podem ser considerados dois planos de carga: **absoluto** e **efetivo**. O absoluto considera a pressão atmosférica, enquanto o efetivo se refere ao nível de montante. Analogamente, podem ser consideradas a linha piezométrica absoluta e a linha piezométrica efetiva.

Vamos, agora, detalhar cada uma dessas 5 possibilidades.

Situação 1: adutora localizada abaixo da linha piezométrica efetiva em toda a sua extensão:

Aplicável quando os reservatórios possuem níveis constantes e a adutora é suficientemente longa para se possa desprezar as perdas localizadas, admitindo a coincidência das linhas de carga e piezométrica, uma vez que a carga cinética pode ser desprezada.

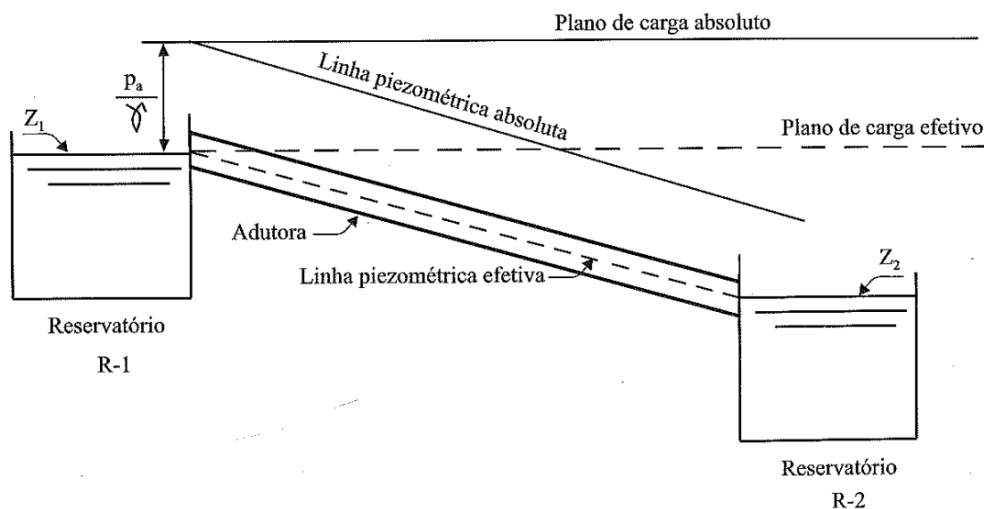
Nesse caso, as seções da adutora estão submetidas a uma **carga de pressão positiva (conduto forçado)**, sendo a perda de carga total igual ao desnível geométrico correspondente à diferença de cotas das superfícies livres dos reservatórios.



Adutora por gravidade com tubulação assentada abaixo da linha piezométrica efetiva (TSUTIYA, 2006).

Situação 2: tubulação coincide com a linha piezométrica efetiva:

Neste caso, o escoamento será em **conduto livre**. É **recomendável** que em situações reais sejam projetadas as **adutoras segundo esta posição**, ou se em conduto forçado, que seja na situação anterior.



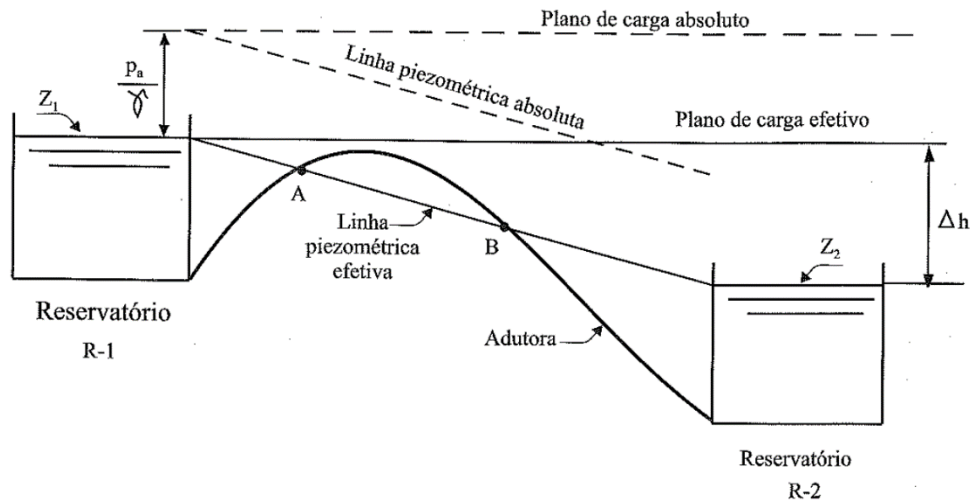
Adutora por gravidade com tubulação em conduto livre (TSUTIYA, 2006).

Situação 3: tubulação acima da linha piezométrica efetiva, mas abaixo da linha absoluta:

Neste caso, estando a adutora previamente cheia, o escoamento deveria acontecer em condições normais, sob a carga Δh . Contudo, como a linha piezométrica corta a adutora entre dois pontos, a carga de **pressão absoluta** nesse trecho é **inferior** à pressão atmosférica local.

Em razão dessa pressão negativa, o escoamento torna-se **irregular**, pois nesse trecho há um **acúmulo de ar** com formação de bolsas de ar e consequentemente **diminuição da vazão** de escoamento.

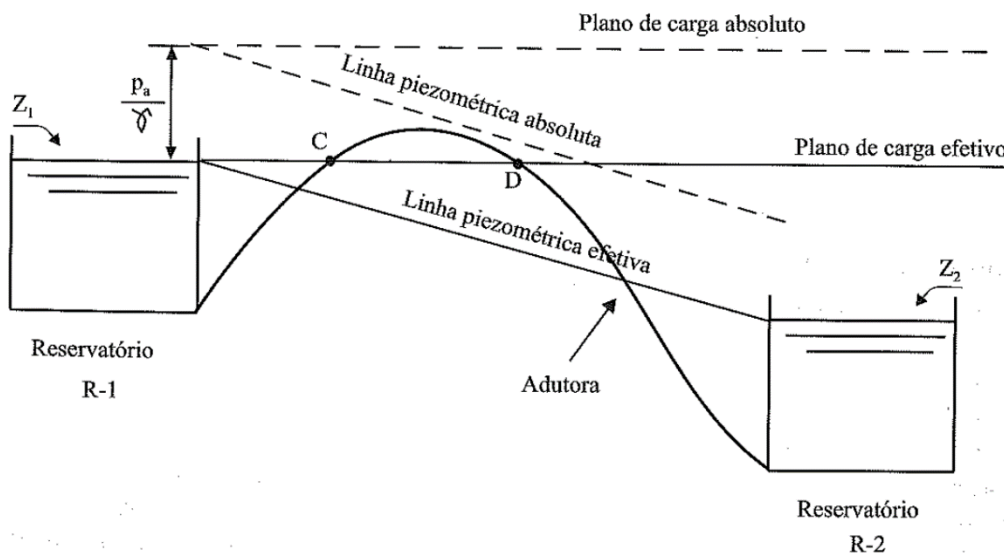
Nessa situação, não se recomenda a instalação de **ventosas**, pois possibilitaria a entrada de ainda mais ar, sendo necessários equipamentos para extrair o ar.



Adutora por gravidade com trecho da tubulação abaixo da linha piezométrica absoluta, mas acima da linha efetiva (TSUTIYA, 2006).

Situação 4: tubulação corta a linha piezométrica efetiva e o plano de carga efetivo, mas fica abaixo da linha piezométrica absoluta:

A adutora, além de cortar a linha piezométrica, corta também o plano de carga efetivo. Neste caso, a água não atinge naturalmente o trecho situado acima do nível d'água no reservatório R-1 e o escoamento só é possível após o enchimento da tubulação. Trata-se de um **sifão** funcionando em condições precárias, exigindo **escorva** sempre que entrar ar na tubulação.



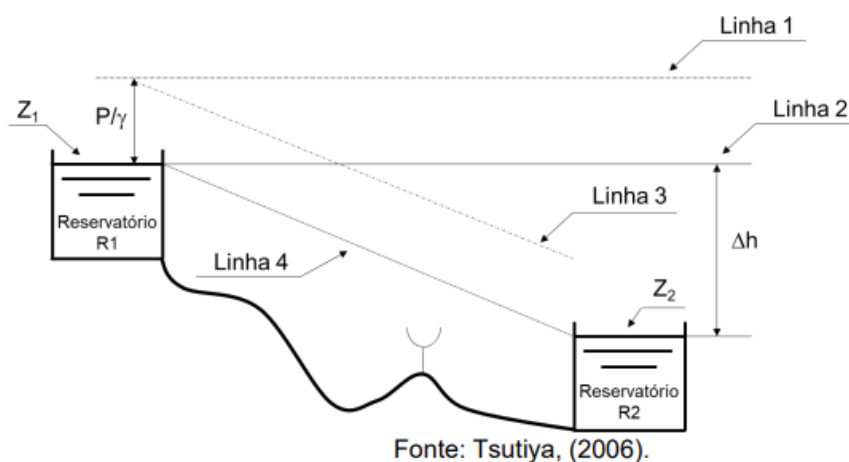
Adutora por gravidade com trecho em tubulação acima da linha piezométrica e plano de carga efetivos, mas abaixo da linha piezométrica absoluta (TSUTIYA, 2006).

Situação 5: tubulação corta a linha piezométrica efetiva, o plano de carga efetivo e a linha piezométrica absoluta:

A adutora corta a **linha piezométrica absoluta**, sendo, portanto, impossível o escoamento por **gravidade**. Nesta situação, o fluxo só é possível se no início da tubulação for instalada uma **bomba** para impulsionar o líquido até o ponto mais alto da tubulação.



(UDESC/IMA-SC - 2019) A Figura a seguir mostra o traçado de uma adutora por gravidade que liga dois reservatórios R1 e R2, cujos níveis médios de água nesses reservatórios são Z_1 e Z_2 , respectivamente. P/γ representa a carga de pressão e Δh a diferença entre os níveis de água Z_1 e Z_2 .



Com base na Figura, o plano de carga absoluto, o plano de carga efetivo, a linha piezométrica absoluta e a linha piezométrica efetiva são representadas, respectivamente, pelas linhas:

- a) 1 – 3 – 2 – 4
- b) 1 – 2 – 3 – 4
- c) 2 – 3 – 1 – 4
- d) 4 – 2 – 3 – 1
- e) 3 – 1 – 2 – 4

Comentários

Pela imagem, observamos que o traçado da adutora está abaixo de todas as linhas, então estamos diante da situação 1 vista na aula.

A **Linha 1** é o **plano de carga absoluto**, lugar geométrico ou posição que representa a soma do plano de carga efetivo com a carga de pressão (P/γ).

A **Linha 2** é o **plano de carga efetivo**, demarcado pela carga inicial em R1.

A **Linha 3** é a **linha piezométrica absoluta**, composta pela diferença de posição entre os níveis a água de R1 e R2 (Δh) somada com a carga de pressão (P/γ).



Por fim, a **Linha 4** é a **linha piezométrica efetiva**, composta pela diferença de altura no nível da água entre R1 e R2, ou seja é a diferença entre Z1 e Z2.

Desse modo, o plano de carga absoluto, o plano de carga efetivo, a linha piezométrica absoluta e a linha piezométrica efetiva são representadas, respectivamente, pelas linhas 1 – 2 – 3 – 4, sendo a **alternativa B** o nosso gabarito.

5.2 - Recomendações para o Traçado das Adutoras

Existem algumas recomendações para o projeto e execução das adutoras, são detalhes que podem cair na sua prova, dependendo do nível de exigência da banca:

- 1) Implantada de preferência em ruas e terrenos públicos;
- 2) Evitar terrenos rochosos ou pantanosos;
- 3) Trechos **ascendentes** com declividade não inferior a **0,002** e trechos **descendentes** com declividade não inferior a **0,003**, mesmo em terrenos planos;
- 4) Se a **inclinação** do conduto for maior que **25%**, utilizar **blocos de ancoragem**;
- 5) O conduto deve apresentar **seções ascendentes** e **descendentes** mesmo em terrenos horizontais;
- 6) São **recomendados** traçados **ascendentes longos** com **pequena declividade**, seguidos de **trechos descendentes curtos**, com **maior declividade**;
- 7) A linha piezométrica da adutora em regime permanente deve situar-se em quaisquer condições de operação, acima da geratriz superior do conduto.

5.3 - Dimensionamento Hidráulico

Os principais parâmetros de cálculo para o dimensionamento de uma adutora são: **vazão** (Q), **velocidade** (V), **perda de carga unitária** (J) e **diâmetro** (D).

Adutora por gravidade em conduto forçado:

Normalmente a vazão (Q) é conhecida, sendo o diâmetro (D) o parâmetro que se pretende determinar.

As seguintes relações podem ser utilizadas:

$$\Delta h = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

$$Q = \frac{\pi \times D^2}{4} \times V$$

$$J = \frac{f}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$



Em que:

Δh = diferença de cotas (m);

f = coeficiente de atrito;

L = comprimento da adutora (m);

g = gravidade (m^2/s).

Normalmente, é necessário fixar um valor de velocidade (V) ou de perda de carga unitária (J) para definir o diâmetro do dimensionamento.

Pequenas velocidades favorecem a formação de **depósitos** de materiais sedimentáveis na tubulação e dificultam a remoção hidráulica de ar nos pontos altos.

Por outro lado, velocidades **elevadas** aumentam as **perdas de carga** e favorecem o aparecimento de **transientes hidráulicos** cujas sobrepressão e subpressão nas tubulações variam em função da velocidade.

De acordo com a **NBR 12.215/2017**, a **velocidade mínima** a ser adotada para adutora de **água bruta** é de **0,6 m/s** e para **água tratada** é de **0,3 m/s**.

Já as **velocidades máximas** de dimensionamento não podem ultrapassar os **3,0 m/s** na tubulação. Exceção pode ser aceita, desde que técnica e economicamente justificada.

Na definição da **velocidade máxima**, também devem ser considerados, entre outros, os seguintes fatores:

- a) Perdas de cargas a um limite que proporcione o **menor consumo** de energia elétrica;
- b) Que gere **menor desgaste** das tubulações, peças e acessórios;
- c) **Redução** nos **ruídos** gerados;
- d) Limite nas **vibrações** e **choques** que danificam as instalações;
- e) Redução dos fenômenos de **cavitação** e de **transitórios hidráulicos**;
- f) Aos requisitos relacionados ao **bom funcionamento do sistema**;
- g) O resultado dos **estudos econômicos**;
- h) **Maior eficiência** dos equipamentos que operam associados à adutora.

Adutora por gravidade em conduto livre:

Quando as condições topográficas forem favoráveis, é possível a adutora funcionar como **conduto livre**. O seu dimensionamento é feito em função de uma declividade disponível, utilizando-se de preferência a fórmula de Chézy ou Hazen-Williams.

$$v = C \sqrt{R_h \times J} \text{ (Chézy)}$$

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



Em que:

Rh = raio hidráulico;

C = coeficiente C para o material da adutora;

J = perda de carga unitária (m/m);

V = velocidade (m/s).

Adutora por recalque:

No caso de adutoras por **recalque**, o diâmetro é hidráulicamente **indeterminado**, sendo que, para a mesma vazão, diminuindo-se o diâmetro, aumenta-se a potência do equipamento de recalque e vice-versa.

A determinação do diâmetro da adutora de recalque é normalmente feita levando-se em consideração aspectos econômico-financeiros (custos dos equipamentos, bombas, gastos com energia, manutenção).

Ainda assim, sugere-se que seja feito um pré-dimensionamento, através da fórmula de Bresse (mostrada a seguir), usando valores de K no mínimo de 0,9, 1,0, 1,1, e 1,2. Utilizam-se os gráficos de curva de bomba para definir o equipamento, potência e diâmetro.

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

Em que:

D = diâmetro (m);

Q = vazão (m³/s);

K = coeficiente de Bresser.

Lembrando que a NBR 12.215/2017 reforça que o **diâmetro nominal** (DN) é um simples número que serve para classificar, em dimensões, os elementos de tubulações (tubos, juntas, conexões e acessórios), **não sendo objeto de medição** nem de **utilização** para **fins de cálculo**.

5.4 - Materiais das Adutoras

Geralmente, nas adutoras, são utilizadas tubulações de **aço**, que têm as seguintes **vantagens**:

- I. **Alta resistência** às **pressões** internas e externas
- II. **Vazamentos quase inexistentes** quando forem soldadas
- III. **Baixa fragilidade**
- IV. **Disponíveis** para **vários diâmetros** e tipos de juntas.



Como **desvantagem** do aço, destaca-se a **pouca resistência** à **corrosão** externa, necessitando de revestimentos especiais e **proteção catódica**, além de cuidados com a **dilatação térmica**.

Há ainda possibilidade de utilização de ferro fundido dúctil ou materiais não metálicos, tais como: **PVC, poliéster reforçado com fibra de vidro, e concreto protendido**.



(FCC/TRF - 4ª REGIÃO - 2010) Considere:

- I. Resistência a altas pressões.
- II. Capacidade de absorver esforços.
- III. Larga utilização em adutoras de água tratada.
- IV. Baixa resistência à corrosão.

Considerando as propriedades físicas dos materiais aplicados na produção de tubulação para uso em adutoras, os itens I, II, III e IV referem-se a:

- a) Fibrocimento moldado a quente.
- b) Ferro fundido.
- c) Poliéster reforçado com fibras lamelares de aço.
- d) Aço carbono.
- e) Polietileno de alta densidade.

Comentários:

O material mais utilizado em adutoras é o aço, pois possui alta resistência a esforços e pressões, embora possua baixa resistência à corrosão. Portanto, o gabarito é a **alternativa D**.

5.5 - Acessórios das Adutoras

As adutoras, assim como qualquer tubulação, exigem a utilização de acessórios como válvulas e conexões que permitem manobras para fechamento, abertura e equilíbrio do transporte de água.

Os principais acessórios que podem receber destaque em provas de concurso público são as **válvulas de remoção** e **admissão** de ar, e **descarga de água**, como veremos a seguir.

Válvula de bloqueio: também conhecida como **válvula de retenção**, permite o **bloqueio do fluxo** de água a jusante, devendo ser prevista nas seguintes situações:



- I. No **início** da adutora e, quando necessário, no **final**;
- II. Para permitir a operação em **subtrechos** conforme necessidade operacional;
- III. Nas **derivações** ao longo da adutora, junto ao ponto de ligação com as unidades operacionais e em pontos identificados como necessários.

Ventosas: são dispositivos automáticos destinados a **expulsar o ar** e também a permitir a sua **entrada** quando houver necessidade. São, portanto, equipamentos complementares indispensáveis ao bom funcionamento dos condutos forçados. Geralmente, são instaladas nos pontos:

- I. **Mais altos** da adutora;
- II. De **mudança acentuada** de **inclinação** em trechos **ascendentes**;
- III. De **mudança acentuada** de **inclinação** em trechos **descendentes**;
- IV. **Intermediários** de trechos ascendentes muito **longos**;
- V. **Intermediários** de trechos descendentes muito **longos**;
- VI. Iniciais e finais de trechos **horizontais**;
- VII. Iniciais e finais de trechos **paralelos a linha piezométrica**.



Por que o acúmulo de ar dentro de adutoras é preocupante?

O ar pode entrar nas adutoras por diversas formas, como, por exemplo, pelo poço de sucção de uma estação elevatória ou na tomada de água de um reservatório.

Nesse contexto, o acúmulo de ar em adutoras restringe a seção de escoamento causando acréscimo de **perda de carga** e **redução de sua capacidade**, podendo em determinados casos até mesmo **paralisar** o escoamento.

Por outro lado...

Em alguns momentos, é necessária a admissão de ar dentro das adutoras por meio das **ventosas**. **Por exemplo:** quando ocorre a descarga de água na adutora ou eventual ruptura em um ponto baixo, é necessária admissão de ar nos pontos altos da adutora para se evitar a ocorrência de pressões internas negativas menores que a pressão admissível para a tubulação, evitando-se assim o colapso do tubo.

Válvulas de descarga: são instaladas nos **pontos baixos** do perfil topográfico para a descarga de água. Geralmente são justificadas por:

- I. Necessidade de descarga de água na fase de **pré-operação** em que ocorre a limpeza e a desinfecção da adutora;



- II. Necessidade de **drenagem**, em raras ocasiões em que, na manutenção de acessórios, torna-se necessária a remoção do acessório;
- III. Necessidade de **remoção de sólidos**, que se decantados nos pontos baixos reduzem a seção de escoamento;
- IV. Necessidade de **drenagem total** da adutora para **inspeção** interna em ocasiões excepcionais;
- V. O dispositivo deve ser dimensionado para **velocidade mínima de arrasto**.

Observe a figura abaixo para entender a localização das ventosas e válvulas de descarga.



Fonte: TSUTIYA, 2006

Por fim, outros dispositivos podem ser instalados em adutoras como: **medidores ou controladores de vazão**, **medidores ou controladores de pressão**, **válvula de retenção** e **dispositivos para limpeza periódica**.



(FGV/IMBEL - 2021) As adutoras são canalizações que conduzem água a ser tratada ou água já tratada. O conduto forçado de uma adutora por gravidade pode possuir alguns equipamentos para finalidades específicas. Assinale a opção que indica o equipamento que evita o retorno de água nas bombas por ocasião de suas paralizações.

- a) Ventosa.
- b) Válvula anti-golpe.
- c) Válvula de retenção.
- d) Registro de descarga.
- e) Válvula de redução de pressão.

Comentários:

A **alternativa A** está errada. A ventosa é o dispositivo responsável pela admissão e expulsão de ar na adutora e normalmente fica em pontos mais altos ou intermediários da tubulação.

A **alternativa B** está errada. Veremos mais para frente que a válvula antigolpe refere-se ao controle do golpe de aríete em transientes hidráulicos dentro da tubulação, não possuindo como objetivo a descarga de água.

A **alternativa C** está correta e é o nosso gabarito. Essa é exatamente a definição de válvula de retenção, também conhecida como válvula de bloqueio.

A **alternativa D** está errada. A válvula de descarga é responsável por permitir a descarga de água nos pontos mais baixos da adutora para manutenção, limpeza e outras funções.

A **alternativa E** está errada. A válvula redutora de pressão é responsável por diminuir a pressão dentro da tubulação, e não por evitar o retorno da água.

(FGV/COMPESA - 2016) O órgão acessório de linhas adutoras de água, normalmente colocado em pontos baixos da adutora com o objetivo de permitir a saída da água para facilitar o reparo em determinados trechos das mesmas, é

- a) A ventosa.
- b) O registro de descarga.
- c) A válvula redutora de pressão.
- d) A válvula anti-golpe.
- e) O registro de manobra.

Comentários:

A **alternativa A** está errada. A ventosa é o dispositivo responsável pela admissão e expulsão de ar na adutora e normalmente fica em pontos mais altos ou intermediários da tubulação.

A **alternativa B** está correta e é o nosso gabarito. Essa é exatamente a definição de válvula de descarga.

A **alternativa C** está errada. A válvula redutora de pressão, como o próprio nome já diz, é responsável por diminuir a pressão da tubulação, a fim de manter o equilíbrio do sistema.

A **alternativa D** está errada. Veremos mais para frente que a válvula antigolpe refere-se ao controle do golpe de aríete em transientes hidráulicos dentro da tubulação, não possuindo como objetivo a descarga de água.

A **alternativa E** está errada. O registro de manobra é responsável por regular a vazão afluente que o trecho recebe.

5.6 - Outros dispositivos de proteção das adutoras

As tubulações estão constantemente sob diferentes tensões e, para evitar colapsos e rupturas do sistema, devem ter dispositivos de proteção. As tensões sofridas pelas tubulações incluem:

- a) Tensão **tangencial**, normal a geratriz, causada pela **pressão interna** do líquido;
- b) Tensão **longitudinal**, causada pela **pressão interna** quando há **mudança de direção** ou obstrução da tubulação ou outra mudança das condições de escoamento;

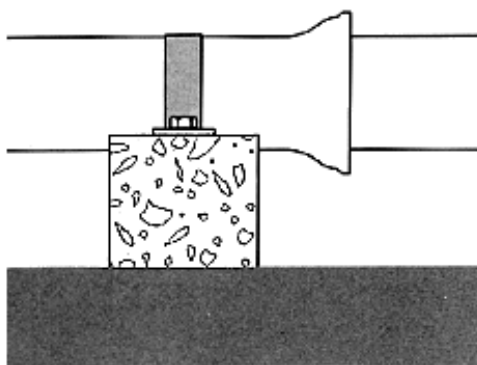


- c) Tensão **longitudinal** devida as **variações térmicas**;
- d) Tensões de **compressão** e de **flexão** causadas por peso próprio da tubulação, peso da água da tubulação, cargas externas;
- e) Tensões causadas pelas **reações dos apoios** sobre os quais as tubulações estejam assentadas.

5.6.1 – Blocos de Ancoragem

Os **blocos de ancoragem** são estruturas para **absorver e transferir para o solo** os esforços resultantes do escoamento e dos acessórios nas tubulações. Também há necessidade de **blocos de ancoragem** quando a **declividade** da tubulação é de tal ordem que os atritos entre tubulação e terreno são **insuficientes** para manter o equilíbrio da tubulação assentada.

É conveniente ancorar uma tubulação quando a declividade for maior que **20%** em tubulações **aéreas** e maior que **25%** em tubulações **enterradas**. Nesses casos, geralmente os atritos entre as tubulações e o terreno são insuficientes para manter a tubulação equilibrada. A figura abaixo exemplifica um bloco de ancoragem de uma tubulação:



Fonte: TSUTIYA, 2006

5.6.2 - Transientes Hidráulicos

Durante o funcionamento das adutoras e das estações elevatórias, o sistema sofre **variações** no escoamento, pela abertura e fechamento de válvulas, paradas programadas ou não das bombas, quedas de energia etc.

Durante a ocorrência de qualquer um desses acontecimentos, o sistema sofre flutuações de pressão que podem ocasionar desde simples **perturbações** no funcionamento por um período não muito longo de tempo até **rompimento** de tubos e acessórios.

Durante o fechamento brusco de uma válvula, a energia cinética é transformada em pressão, que expande o tubo, e a onda de pressão propaga-se para **montante** da tubulação. Assim, pode-se formar o **golpe de aríete**, fenômeno resultante do transitório hidráulico, quando ocorre **variação brusca de pressão acima ou abaixo** do valor normal de funcionamento, provocando **ondas de pressão** que se propagam na tubulação e que sofrem reflexões no reservatório e na válvula.

Para evitar esse problema, deve-se fazer o **fechamento gradual** da válvula, que pode ser interpretado como uma série de fechamentos parciais consecutivos de pequena amplitude. Os fechamentos parciais continuam propagando ondas de pressão que vão e voltam do reservatório para a válvula. Entretanto, com a perda de carga durante o processo, a energia começa a ser dissipada.

Também podem ser utilizadas **válvulas antigolpe** de aríete (válvulas de alívio), geralmente construídas a partir do corpo básico de uma válvula redutora de pressão, com modificações no circuito piloto. As mudanças de pressões acionam o atuador, no sentido da abertura ou fechamento, sempre que uma pressão na tubulação atinge valores pré-estabelecidos no circuito piloto da válvula. Assim, a válvula protege os sistemas de bombeamento da onda de pressão causada pela partida das bombas ou pela falta de energia.

Nesse contexto, pode também ser utilizado um **volante de inércia**, dispositivo acoplado ao eixo da bomba para aumentar o momento de inércia do conjunto girante reduzindo a taxa de variação de rotação do conjunto motor-bomba por ocasião do seu **desligamento**. Trata-se de um **disco** instalado entre a bomba e o motor com a função de manter a bomba operando e garantir que o tubo continue sendo preenchido pelo líquido bombeado mesmo com a **ausência de energia**.

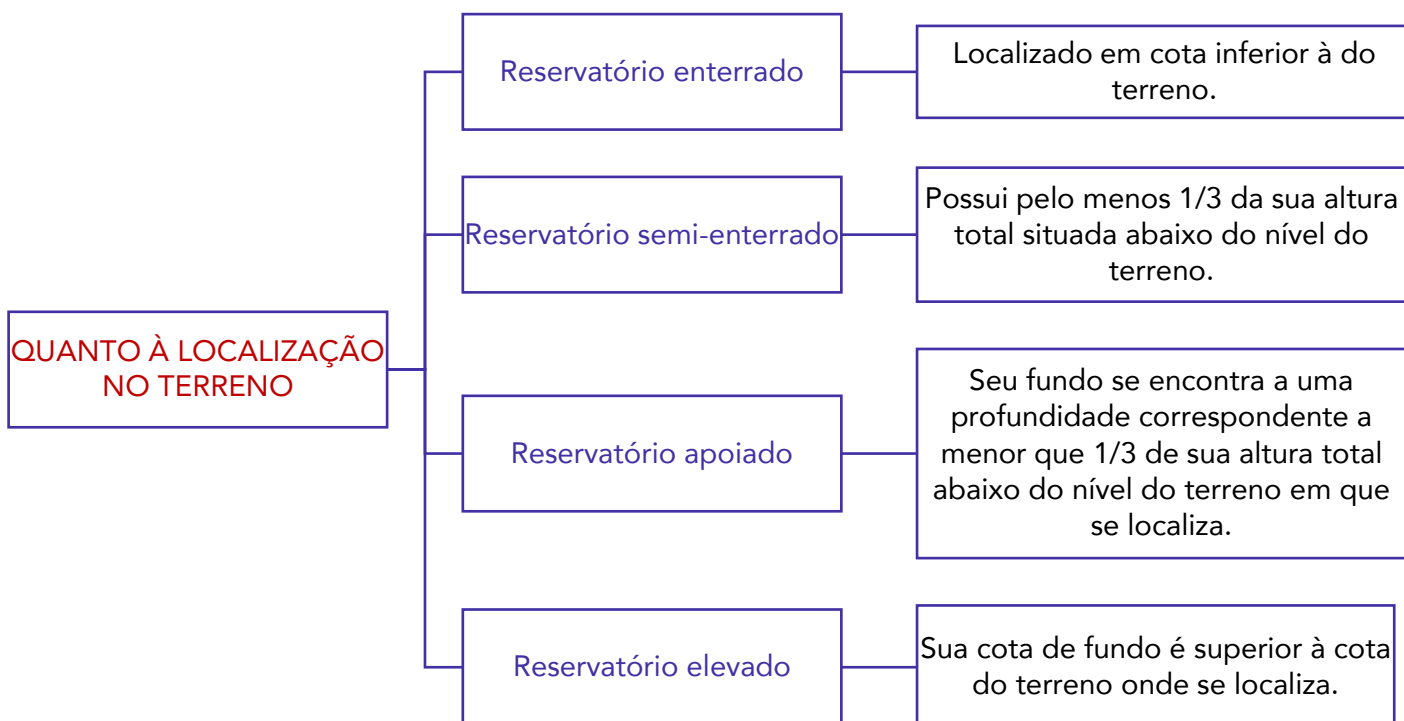
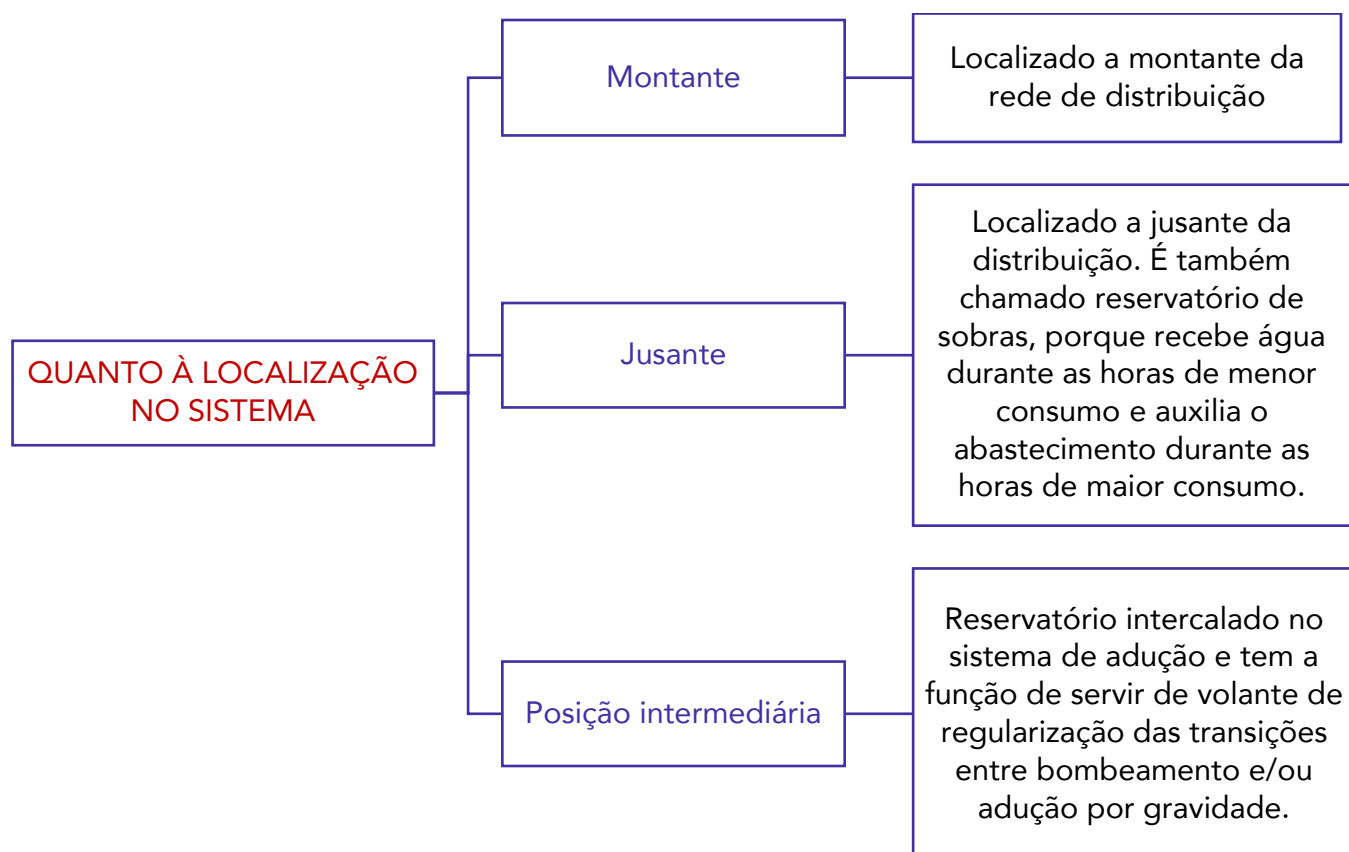
Há ainda um dispositivo muito importante a ser instalados nas adutoras: a **chaminé de equilíbrio**. Essa estrutura é destinada a **amortecer** as ondas de subpressão e sobrepressão resultantes de um eventual regime transitório em uma tubulação, atuando como **reservatório intermediário** de nível variável em consequência do regime transitório atuante.

6 - Reservatórios

As principais finalidades de um reservatório de água são: **regularizar a vazão** de acordo com o consumo, segurança no abastecimento, manter uma **reserva de incêndio**, e **regularizar as pressões** do sistema.

Os reservatórios podem ser classificados quanto à **localização** no sistema, quanto à **localização** no terreno, quanto à sua **forma** e quanto aos **materiais de construção**. Os dois esquemas a seguir trazem as principais classificações quanto às localizações no sistema e no terreno.





O **reservatório enterrado** tem as **vantagens** de ser **isolado termicamente** e provocar **menos impacto** ambiental do que outros tipos de reservatórios, mas o **custo de execução** é maior e a entrada e saída do reservatório e sua descarga são mais **difíceis** e **onerosas**.

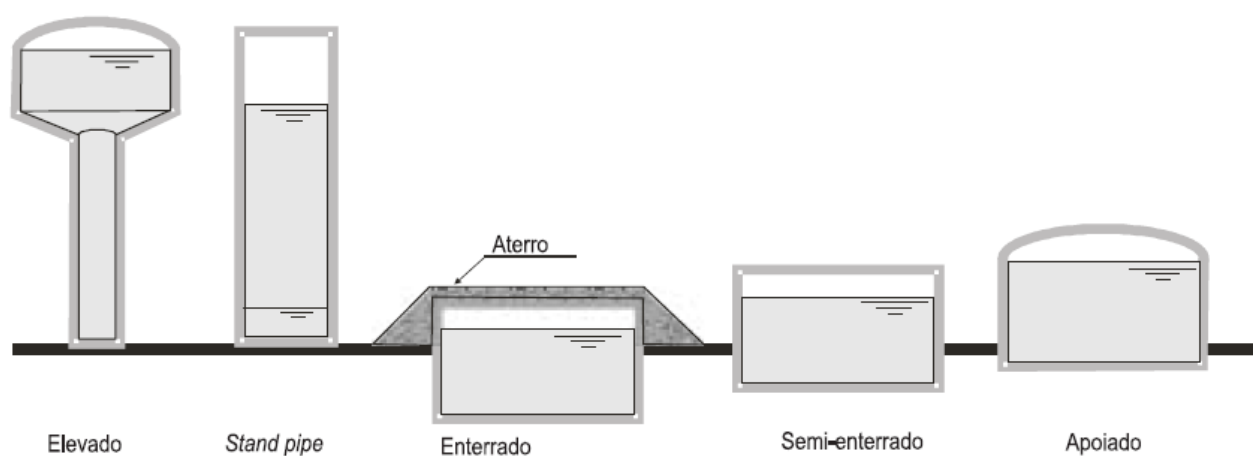
Por sua vez, os **reservatórios semienterrado** e **apoiado** são mais **fáceis** de se construir, mas normalmente necessitam de um **isolamento térmico** adequado.

Por fim, os **reservatórios elevados** são necessários nos casos em que a **topografia** do terreno **não é adequada** para abastecer a área por outros tipos de reservatório. Os principais inconvenientes do reservatório elevado são o **custo elevado** e o **impacto ambiental**. Para atender comunidades de pequeno porte ou pequenas áreas que necessitam de uma pressão maior, ou quando há impedimento para a construção de pequenos reservatórios elevados, o **tanque hidropneumático** pode ser uma alternativa interessante por serem mais econômicos, embora por vezes requeiram maiores manutenções.

Obs.: em um reservatório enterrado ou semienterrado, de **grandes dimensões**, devem ser instaladas **cortinas de água**, a fim de evitar pontos mortos onde a água não sofra movimentação.

Em relação à forma, reservatórios enterrados, semienterrados e apoiados normalmente possuem forma **circular** ou **retangular**.

A figura abaixo apresenta um esquema com os formatos mais comuns de reservatórios e sua localização no terreno.



Fonte: TSUTIYA, 2006



(VUNESP/ARSEP-SP - 2018) Com relação aos constituintes de sistemas de abastecimento de água potável, é correto afirmar que:

- a) o reservatório de acumulação visa uniformizar a adução para o sistema e disponibilizar maior auxílio no combate a incêndios.
- b) em reservatórios apoiados ou elevados devem ser instaladas cortinas, a fim de evitar pontos onde a água não sofra movimentação.
- c) a adução por gravidade é realizada utilizando-se um meio elevatório qualquer.
- d) um reservatório de distribuição de montante está localizado entre a captação e a rede de distribuição.
- e) o uso de madeira para construção é adequado para reservatórios enterrados.

Comentários:

Essa questão cobrou detalhes aprofundados. Vamos às observações:

A **alternativa A** está errada. O reservatório de acumulação visa à uniformização da vazão de captação, não tem relação com o volume de combate a incêndios.

A **alternativa B** está errada. As cortinas são recomendadas para reservatórios enterrados ou semienterrados, de grandes dimensões, não para os apoiados ou elevados.

A **alternativa C** está errada, pois é a adução por recalque (não por gravidade) que carece de meio elevatório.

A **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito. De fato, os reservatórios a montante ficam entre a captação e a rede de distribuição.

A **alternativa E** está errada. A madeira não é um material adequado para reservação de água. Os materiais mais comuns são: concreto armado, aço e poliéster armado com fibras de vidro.

(CEBRASPE/SLU - 2019) A respeito de qualidade da água, poluição hídrica, tecnologia de tratamento de água e sistemas de abastecimento de água, julgue o item a seguir.

Em um sistema de abastecimento de água dotado de reservatório elevado e de reservatório enterrado, a capacidade da torre no reservatório elevado deve ser suficiente para evitar frequentes partidas e paradas das bombas, bem como para garantir uma reserva mínima em cota elevada.

Comentários:

A assertiva está correta. Os reservatórios elevados são alimentados por bombeamento de água, então, por questões econômicas, sua capacidade deve ser o suficiente para que a água não tenha que ser bombeada com frequência. Além disso, sua reserva mínima deve garantir o abastecimento de populações em cotas mais elevadas.

6.1 - Volume dos Reservatórios

A capacidade dos reservatórios deve considerar o volume para atender às variações de consumo de água, o volume para combate a incêndio, e o volume para emergências.

De acordo com a NBR 12.217/1994, o volume necessário para atender às **variações de consumo** deve ser avaliado a partir de dados de **consumo diário** e do regime previsto de alimentação do reservatório, aplicando-se o **fator 1,2** ao volume assim calculado, para levar em conta incertezas dos dados utilizados.



Normalmente, o volume do reservatório é calculado por uma **curva de consumo**. Porém, quando essa curva não está disponível, segue-se a seguinte orientação:

→ O volume armazenado será igual ou maior que **1/3** do volume distribuído no **dia de consumo máximo**!

O volume adicional para **combate a incêndio** é necessário quando a capacidade do sistema de abastecimento de água não é o suficiente, o que geralmente acontece em sistemas de pequeno e médio porte.

Em sistemas de grande porte, onde as demandas de incêndio são uma fração muito pequena da demanda máxima diária, normalmente não há necessidade de se prever um volume adicional de reservação para o combate a incêndios.

Assim, o volume total de reservação deve ser determinado levando-se em consideração o volume útil, o volume para combate a incêndio e o volume para emergência. O **volume útil** fica compreendido entre os níveis **máximo** e **mínimo** para atender às variações diárias de consumo.

Ainda, pode-se considerar o **volume total** sendo o volume útil acrescido do maior volume entre o volume de incêndio e o de emergência. Nesse caso, considera-se que o incêndio não ocorre ao mesmo tempo com as situações de emergência.



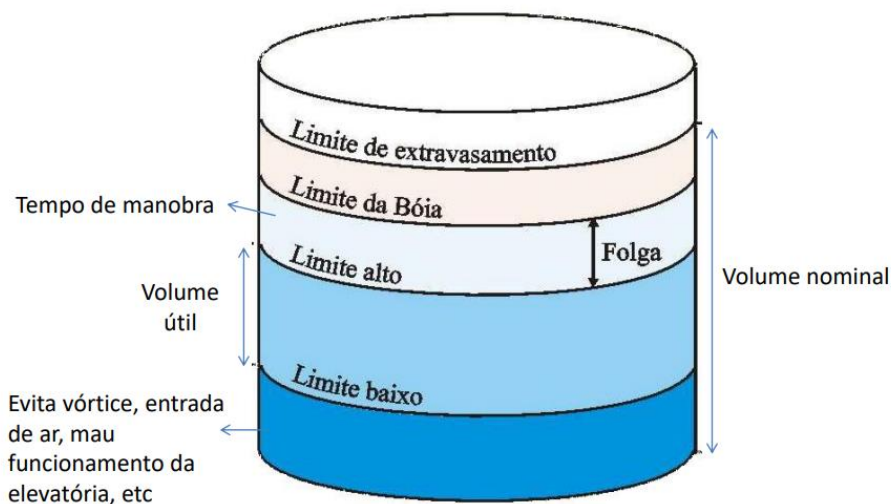
$$\text{Volume}_{\text{total}} = \text{Volume}_{\text{útil}} + \text{Volume}_{\text{incêndio}} + V_{\text{emergências}}$$

OU

$$\text{Volume}_{\text{total}} = \text{Volume}_{\text{útil}} + \text{Maior}(V_i; V_e)$$

A figura abaixo apresenta um esquema com os limites de nível de água para um reservatório.





Fonte: TSUTIYA, 2006



(UFMT/PREFEITURA DE VÁRZEA GRANDE-MT - 2018) Qual é o volume de reservação necessário para atender um bairro com 25.000 habitantes, para um consumo per capita de 160 L/hab.dia, de acordo com a NBR-12.217/94?

Dados: $K_1 = 1,2$ e $K_2 = 1,5$.

- a) $V = 2.400.000$ litros
- b) $V = 1.600.000$ litros
- c) $V = 1.500.000$ litros
- d) $V = 1.330.000$ litros

Comentários:

Primeiramente, vamos ver os dados fornecidos pela questão.

$População = 25.000 \text{ hab}$

$q = 160 \text{ L/hab.dia}$

$K_1 = 1,2$

$K_2 = 1,5$

Vamos calcular a vazão para abastecer o reservatório:

$$Q = K_1 \times P \times q + Q_{\text{esp}}$$



$$Q = 1,2 \times 25.000 \times 160 + 0 \text{ (a questão nada fala sobre vazão específica)}$$

$$Q = 4.800.000 \text{ L/dia}$$

Algumas observações pertinentes:

Note que utilizamos apenas o K_1 , embora a questão tenha fornecido também o K_2 , tentando confundir o candidato. Não utilizamos o K_2 (coeficiente da hora de maior consumo), pois o volume de reservação é o volume consumido no dia de maior consumo.

Observe também que não há necessidade de dividir por 86.400 segundos, pois, como o volume é para o dia, podemos manter essa unidade já na vazão.

E agora uma sacada difícil para essa questão!

O volume de reservação deve ser maior ou igual a $\frac{1}{3}$ do volume distribuído no dia de maior consumo (este é igual a vazão máxima diária). Logo:

$$V = \frac{Q}{3}$$

$$V = \frac{4.800.000}{3}$$

$$V = 1.600.000 \text{ Litros}$$

Portanto, o gabarito é a **alternativa B**.

6.2 - Vórtices em Reservatórios

A saída de água de reservatório, embora seja apenas uma parte do reservatório, é um dos componentes de maior importância, pois é nela que acontecem os fenômenos hidráulicos referentes à formação de **vórtices**. A entrada de ar através de vórtices pode acarretar no sistema de abastecimento de água os seguintes problemas:

- a) **Diminuição da vazão** nas adutoras
- b) **Redução da capacidade de armazenamento** do reservatório
- c) **Diminuição da eficiência** e vazão da bomba
- d) **Vibração e cavitação** na bomba

Assim, o procedimento tradicional para **evitar a formação** de vórtices consiste em se considerar uma **submersão mínima** na saída de água do reservatório.





(AMEOSC/PREFEITURA DE PALMA SOLA-SC - 2020) Em relação à utilização de vórtices em reservatórios, analise:

- I. Diminuição da vazão nas adutoras;
- II. Vibração e cavitação na bomba;
- III. Aumento da eficiência e vazão da bomba.

Dos itens acima, podemos afirmar que:

- a) Apenas o item II está correto.
- b) Apenas os itens I e II estão corretos.
- c) Apenas os itens II e III estão corretos.
- d) Apenas os itens I e III estão corretos.

Comentários:

A criação de vórtices dentro de reservatórios pode causar diminuição de vazão nas adutoras, vibração e cavitação nas bombas e diminuição da eficiência da bomba. Portanto, o gabarito é a **alternativa B**.

6.3 - Tubulações e órgãos acessórios

6.3.1 - Tubulação de entrada

Recomenda-se que a velocidade de água na tubulação de **entrada** não exceda o **dobro** da velocidade de adutora que alimenta o reservatório. No caso de entrada afogada em reservatório de montante, a tubulação de entrada deve ser dotada de dispositivo destinado a **impedir o retorno** de água. Boias, sensores ultrassônicos e válvula de altitude podem ser utilizados para controle da vazão nos reservatórios.

6.3.2- Tubulação de saída

A velocidade da água na tubulação de **saída** não deve exceder **uma vez e meia** (1,5) a velocidade na tubulação da rede principal imediatamente a jusante. A jusante do sistema de fechamento deve ser previsto dispositivo destinado a permitir a entrada de ar na tubulação.

6.3.3 - Extravasor

Os reservatórios devem ser providos de **extravasor** com capacidade para a **vazão máxima afluente**. A água de extravasão deve ser coletada por um tubo vertical (tubulação de extravasão) que descarregue livremente em uma caixa, e daí encaminhada por conduto livre a um corpo receptor adequado.



A folga mínima recomendada entre a cobertura do reservatório e o nível máximo atingido pela água em extravasão é de **0,30 metro**, de acordo com a NBR 12.217/1994. Por fim, deve ser previsto dispositivo limitador ou controlador do nível máximo, para evitar a perda de água pelo extravasor.

6.3.4 - Ventilação

Devido à oscilação da lâmina d'água, é necessário abertura de ventilação para a **saída de ar** quando a lâmina sobe e a entrada de ar quando a lâmina desce, de modo a evitar os esforços devido ao aumento e diminuição da pressão interna.

6.3.5 - Drenos de fundo

Para a detecção de vazamentos, há necessidade de ser construído **dreno** sob a laje de fundo do reservatório. Se o lençol freático estiver alto, é necessário seu **rebaixamento** por outro sistema de drenos, de modo que o dreno de fundo funcione quando houver vazamento do reservatório. Ademais, de acordo com a NBR 12.217/1994, o diâmetro mínimo deve ser de **150 mm** (0,15 metro).



(IBADE/DEPASA-AC - 2019) A respeito do Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público, de acordo com a NBR 12.217, publicada em 1994, pode-se afirmar que:

- a) O fundo do reservatório deve ficar abaixo do nível de água máximo do lençol freático e da cota de inundação máxima.
- b) Deve ser prevista descarga de fundo, situada abaixo do nível mínimo, com diâmetro não menor que 0,15 m.
- c) A saída de água deve ser protegida por crivo ou grade com abertura máxima de 100 mm e com área de passagem pelo menos 50% maior que a da seção de saída.
- d) A folga mínima entre a cobertura do reservatório e o nível máximo atingido pela água em extravasão é de 0,15 m.
- e) A velocidade da água na canalização de saída não deve exceder duas vezes a velocidade na tubulação da rede principal imediatamente à jusante.

Comentários:

A **alternativa A** está errada. De acordo com o item 5.4.1 da norma, o fundo do reservatório deve **acima** do nível de água máximo do lençol freático e da cota de inundação máxima.

A **alternativa B** está correta e é o nosso gabarito. De acordo com o item 5.11 da norma, deve ser prevista descarga de fundo, situada abaixo do nível mínimo, com diâmetro não menor que 0,15 m.



A **alternativa C** está errada. De acordo com o item 5.9.5 da norma, a saída de água deve ser protegida por crivo ou grade com abertura máxima de **50 mm** e com área de passagem pelo menos 50% maior que a da seção de saída.

A **alternativa D** está errada. De acordo com o item 5.10.3 da norma, a folga mínima entre a cobertura do reservatório e o nível máximo atingido pela água em extravasão é de **0,30m**.

A **alternativa E** está errada. De acordo com o item 5.9.1 da norma, a velocidade da água na canalização de saída não deve exceder uma vez e meia a velocidade na tubulação da rede principal imediatamente à jusante.

7 - Redes de Abastecimento

Primeiramente, é interessante conhecer alguns conceitos trazidos pela NBR 12.218/2017 relacionados às redes de abastecimento de água.

Diâmetro interno: dimensão correspondente ao diâmetro externo, descontadas **duas vezes** a espessura da parede.

Diâmetro externo: é a **maior dimensão** medida na seção transversal de uma tubulação.

Diâmetro nominal (DN): simples número que serve para classificar, em dimensões, os elementos de tubulações (tubos, juntas, conexões, acessórios). Lembrando que a DN **não** é objeto de medição, nem de utilização para fins de **cálculos**.

Macromedição: processo referente à medição, estimação e monitoramento de parâmetros operacionais hidráulicos em pontos de controle de sistemas de abastecimento de água e/ou de esgotamento sanitário, como vazão, pressão e nível. Com instalação para medição permanente ou não. Objetiva **controlar** as **perdas totais**, **monitorar** o **controle operacional**, avaliar as **demandas** e o **desempenho** do setor de saneamento.

Micromedição: medição do consumo realizada no **ponto de abastecimento** de água ou de contribuição de esgoto sanitário de um determinado usuário, independentemente de sua categoria ou faixa de consumo. Compreende a medição permanente do volume de água consumido, registrado periodicamente por meio da indicação propiciada pela unidade de medição de consumo. Objetiva **medir o consumo** e contribuir com o **controle das perdas totais**.

Rede de distribuição de água: unidade do sistema de abastecimento constituída de tubulações, componentes e equipamentos acessórios, destinada a **disponibilizar água potável** aos consumidores.

Setor de manobra: **menor subdivisão** da rede de distribuição, cujo fluxo de água pode ser isolado ou direcionado para permitir manutenções e/ou intervenções, mantendo o abastecimento do restante da rede.

Setor de medição: é a parte da rede de distribuição perfeitamente **delimitada** e **isolável**, com a finalidade de acompanhar a evolução do consumo e avaliar as perdas de água na rede.



Transitório hidráulico: escoamento em **regime variado**, que ocorre entre um regime permanente e outro.

Zona de pressão: área abrangida pela divisão do setor de abastecimento, na qual as pressões estática e dinâmica obedecem aos limites prefixados.

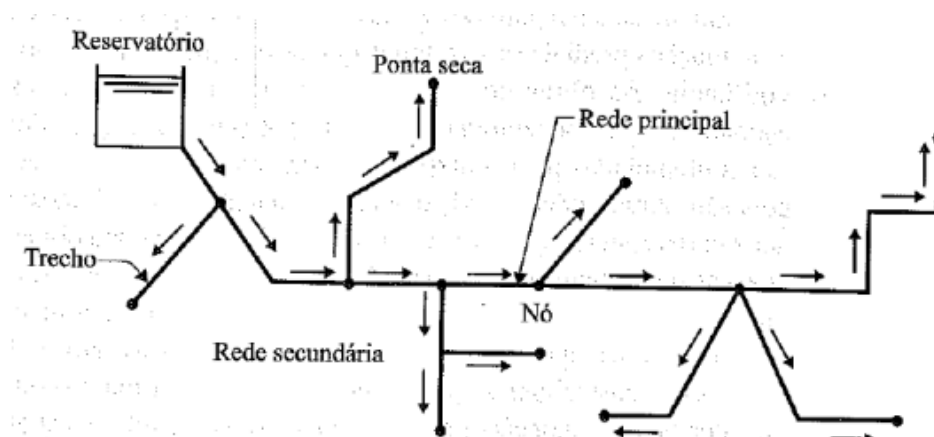
Agora, vejamos os 3 tipos básicos de redes que podemos encontrar, de acordo com a disposição das canalizações principais e o sentido de escoamento nas tubulações secundárias: rede ramificada, rede malhada e rede mista.

7.1 - Rede Ramificada

Nesse tipo de rede, o abastecimento se faz a partir de uma **tubulação tronco**, alimentada por um **reservatório** ou através de uma **estação elevatória**, e a distribuição da água é feita diretamente para os **condutos secundários**, sendo conhecido o sentido da vazão em qualquer trecho.

Na rede ramificada, um **acidente** que interrompa o escoamento em uma tubulação, faz comprometer **todo o abastecimento** nas tubulações situadas a jusante da mesma. Portanto, a adoção de rede ramificada é recomendada somente em casos em que a **topografia** e os **pontos** a serem abastecidos não permitam o traçado como **rede malhada**.

Os pontos de derivação de vazão e/ou mudanças de diâmetro são chamados de **nós** e as tubulações entre dois nós são chamadas de **trecho**. O sentido de escoamento é da **tubulação principal** para as **tubulações secundárias**, até as extremidades mortas ou pontas secas. A figura abaixo mostra um esquema de uma rede ramificada:

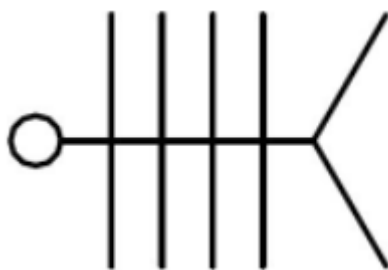


Fonte: TSUTIYA, 2006

Conforme a disposição das tubulações principais os traçados das redes ramificadas podem ser classificadas em:

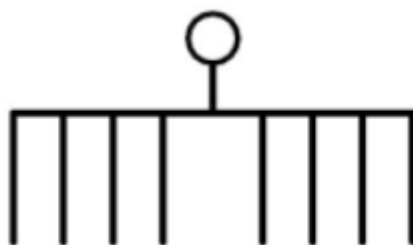
Redes em espinha de peixe: a partir de um **conduto principal central**, derivam-se em forma de ramificações os outros condutos principais. É um traçado utilizado para o abastecimento de áreas com **desenvolvimento linear**. A figura abaixo mostra um esquema de uma rede ramificada em espinha de peixe:





Fonte: TSUTIYA, 2006

Redes em grelha: os condutos principais são **sensivelmente paralelos**, ligando-se em uma extremidade a um outro **conduto principal**, que os alimenta. A figura abaixo mostra um esquema de uma rede ramificada em grelha:

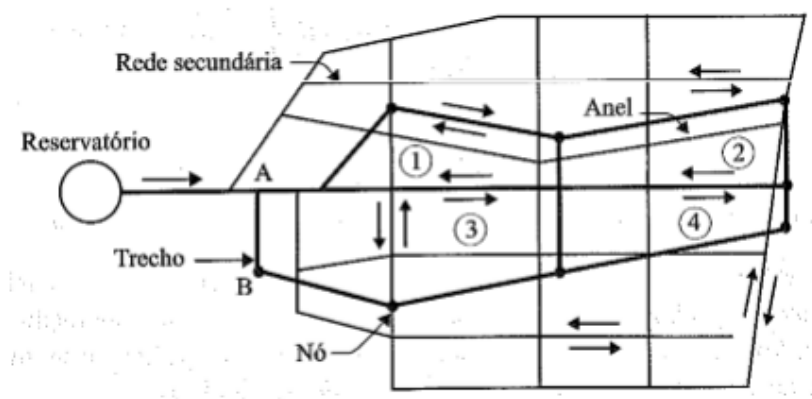


Fonte: TSUTIYA, 2006

7.2 - Rede Malhada

As redes malhadas são constituídas por tubulações principais que formam **anéis** ou **blocos**, de modo a possibilitar o abastecimento qualquer ponto do sistema por **mais de um caminho**, permitindo uma **maior flexibilidade** em satisfazer a demanda e manutenção de rede, com o mínimo de interrupção no fornecimento de água.

Rede malhada em anéis: é o mais comum na maioria das cidades. Em comparação com a rede malhada em blocos, o número de registros a serem manobrados é **maior**, o que torna bem **mais trabalhosa** a medição das vazões. A figura abaixo apresenta um esquema de rede malhada com quatro anéis.

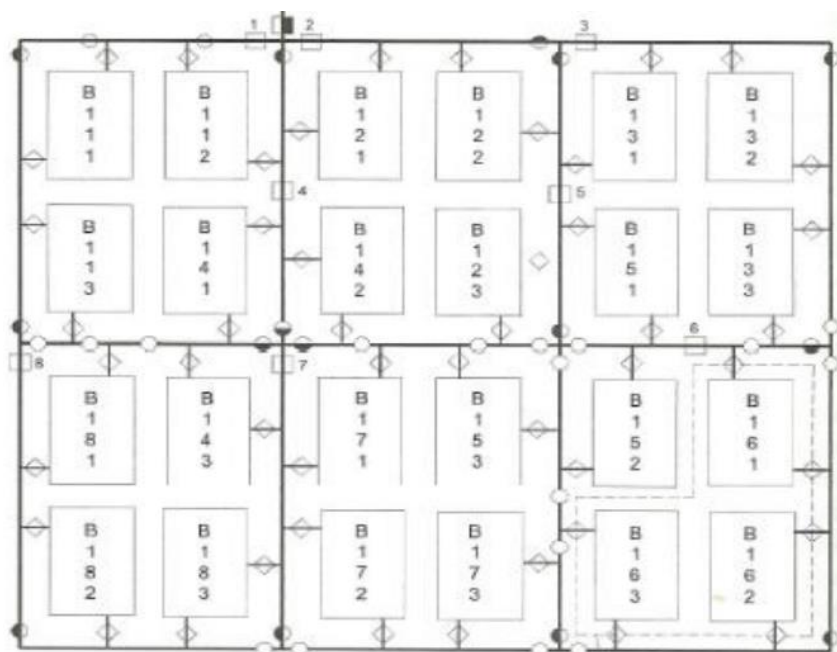


Fonte: TSUTIYA, 2006

Rede malhada em blocos: confere maior **facilidade** para implantação de controle de perdas, pois as redes internas aos blocos sendo alimentadas apenas por dois pontos, favorecendo as medições de vazões e consequentemente melhorando o controle de perdas na rede. As principais **vantagens** do sistema de blocos são:

- I. **Controle mais preciso da pressão** e melhoria na qualidade da distribuição;
- II. **Minimização da área desabastecida**, nos casos de acidentes ou de manutenção;
- III. **Melhoria da eficiência** na manutenção da rede.

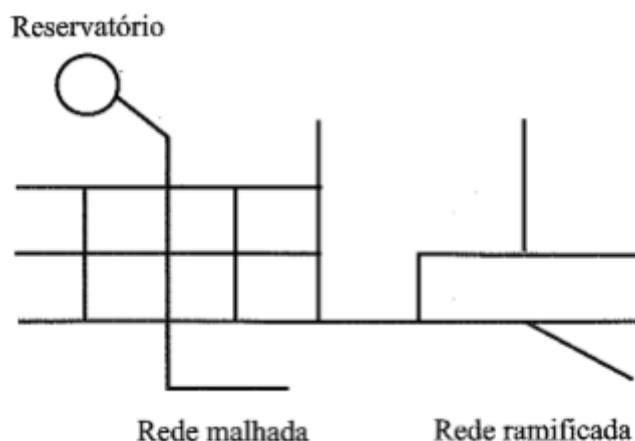
A figura abaixo apresenta um esquema de uma rede malhada em blocos.



Fonte: TSUTIYA, 2006

7.3 - Rede Mista

As redes mistas consistem na **associação** das redes **ramificadas** com redes **malhadas**. A figura abaixo apresenta um esquema de uma rede mista.



Fonte: TSUTIYA, 2006

7.4 - Recomendações para o Traçado da Rede

Uma rede é constituída por tubulações principais, que têm a finalidade de abastecer as tubulações secundárias, que, por sua vez, abastecem os pontos de consumo.

Algumas recomendações podem ser feitas no sentido de orientar o **traçado** das **redes**. As principais recomendações para traçado das redes **principais** são:

- Tubulações principais devem preferencialmente formar **circuitos fechados**, sempre que o traçado urbanístico permita;
- Tubulações principais devem ser direcionadas às **zonas de maior demanda**, próximas onde se localizam as vazões concentradas, as vazões singulares de consumidores especiais e onde está previsto o abastecimento de água para combate a incêndios;
- As tubulações devem ser localizadas em **vias** ou **áreas públicas**;
- Deve-se dar preferência às vias não pavimentadas onde o **trânsito não seja intenso**, onde não exista outras **interferências** significativas na via pública, e onde as **condições do solo** sejam as melhores, não só pela maior facilidade de execução das obras, mas também pela garantia quanto aos recalques e movimentações das tubulações.

Com relação às **redes secundárias**, podem ser destacadas as seguintes recomendações:



- Devem ser dispostas, sempre que possível, **sob os passeios**. Dependendo da largura da via, do seu tipo de pavimento e da intensidade do trânsito, pode ser necessário a implantação de uma **rede dupla**, ou seja, uma tubulação para cada passeio.
- De um modo geral, deve-se procurar limitar o comprimento da tubulação secundária a **600 metros**, alimentando-a sempre pelas duas extremidades.
- As tubulações secundárias devem formar **rede malhada**, **evitando-se** ao máximo as **extremidades mortas**, podendo ou não ser interligadas nos pontos de cruzamento.
- Ruas onde exista uma tubulação principal com diâmetro superior a **300 mm**, deve ser prevista uma **tubulação secundária** para receber as ligações prediais.

7.5 - Dimensionamento hidráulico

7.5.1 - Vazões

A **vazão de dimensionamento** das redes pode ser dada por:

$$Q = \frac{K_1 \times K_2 \times P \times q}{86.400}$$

Em que:

Q = vazão em L/s;

K₁ = coeficiente do dia de maior consumo;

K₂ = coeficiente da hora de maior consumo;

P = população final para a área a ser abastecida;

q = consumo per capita final de água L.hab/dia.



Observe que a vazão de dimensionamento para a rede de distribuição utiliza o **K₁** e o **K₂** na fórmula!

Já a **vazão específica** relativa à extensão da rede é dada pela vazão total dimensionada para a rede dividida pelo seu comprimento (L) total:



$$q_m = \frac{K_1 \times K_2 \times P \times q}{86.400 \times L}$$



Para **redes ramificadas**, o dimensionamento da vazão de cada trecho é mais fácil, pois sabe-se o sentido do escoamento.

Para seu dimensionamento, parte-se das **pontas secas** (extremidades) onde as vazões são nulas, de **jusante para montante** e determina-se a vazão de cada trecho, com o auxílio da **vazão fictícia**:

$$Q_t = \frac{Q_m + Q_j}{2}$$

Em que a vazão fictícia do trecho (Q_t) é a soma da vazão de montante (Q_m) com a vazão de jusante (Q_j) dividida por 2.

Por outro lado, o dimensionamento das **redes malhadas** é mais complexo, pois não se sabe o sentido do escoamento da água (já que cada bloco ou anel possui mais de um caminho). Por isso são usados métodos de seccionamento ou iterativos.

O **método de seccionamento** é recomendado para cidades pequenas, e transforma a rede malhada em uma "ramificada fictícia".

Já o **método iterativo** supõe o valor de algumas variáveis e calculam-se o de outras, como o método Hardy-Cross, no qual o valor da vazão é fixado e calculam-se as perdas de carga, ou o inverso.

7.5.2 - Pressões mínimas e máximas na rede

De acordo com a NBR 12.218/2017, a **pressão estática disponível** refere-se à pressão em determinado ponto da tubulação, referenciada ao nível do terreno, sob condição de **consumo nulo**. Já a **pressão dinâmica disponível** refere-se à pressão em determinado ponto da tubulação, referenciada ao nível do terreno, sob **condição de consumo**.

Por fim, a **zona de pressão** é a área abrangida pela divisão do setor de abastecimento, na qual as pressões estática e dinâmica obedecem aos limites prefixados.

Para o dimensionamento da rede, são importantes a **pressão dinâmica mínima** e a **pressão estática máxima**. Estabelecem-se pressões mínimas para que a água alcance os reservatórios domiciliares e a fixação de pressões máximas é função da resistência das tubulações e controle das perdas de água.



Para atender aos limites de pressão, a rede deve ser subdividida em **zonas de pressão** (alta, média e baixa), sendo que cada zona de pressão é abastecida por um **reservatório de distribuição**.

De acordo com a NBR 12.218/2017:

- **Pressão estática máxima das tubulações distribuidoras: 400 kPa**, podendo chegar a **500 kPa** em regiões com topografia acidentada;
- **Pressão dinâmica mínima: 100 kPa** (nível do terreno).

7.5.3 - Velocidades

As limitações de velocidade estão associadas à segurança e durabilidade das tubulações, assim como custo de implantação e operação. De acordo com a NBR 12.218/2017, devem ser evitadas **velocidade mínimas** inferiores a **0,4 m/s**.

Já as **velocidades máximas** de dimensionamento devem corresponder a uma perda de carga de até **10 m/km**.

A velocidade admitida para a **fase de enchimento** da tubulação deve ser da ordem de **0,3 m/s**.

7.5.4 - Diâmetro mínimo

A NBR 12.218/2017 preconiza um diâmetro nominal mínimo dos condutos secundários de **50 mm**. Para tubulações principais, não há nenhuma recomendação específica na norma.



(UDESC/IMA-SC - 2019) A rede de distribuição de água consiste em tubulações e órgãos acessórios utilizados para disponibilizar água potável de forma contínua em quantidade, qualidade e pressão adequadas aos consumidores. Analise as proposições relacionadas às redes de distribuição.

- I. Em uma rede classificada como malhada, as tubulações formam anéis ou blocos possibilitando abastecer qualquer ponto do sistema por um único caminho.
- II. O fornecimento de água para a rede de distribuição pode ser feito através de reservatório elevado, apoiado, semi-enterrado ou enterrado; estação elevatória; ou tanque hidropneumático.
- III. O cálculo da vazão de dimensionamento da rede de distribuição considera, entre outras variáveis, o coeficiente da hora de maior consumo.
- IV. O dimensionamento da rede de distribuição, segundo a NBR 12218/1994 da ABNT, deve considerar a pressão estática mínima de 500 kPa e a pressão dinâmica máxima de 100 kPa.



V. O método de correção de vazões de Hardy-Cross pode ser utilizado para o dimensionamento de redes malhadas.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I e IV são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas II, III e V são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas I e V são verdadeiras.

Comentários:

A **assertiva I** está **errada**. Em uma rede classificada como malhada, as tubulações formam anéis ou blocos possibilitando abastecer qualquer ponto do sistema por vários caminhos (não um único caminho).

A **assertiva II** está **correta**. O fornecimento de água para a rede de distribuição pode ser feito através de todas essas opções.

A **assertiva III** está **correta**. A fórmula da vazão de dimensionamento da rede de distribuição considera, entre outras variáveis, o coeficiente da hora de maior consumo, ou seja, **K₂**.

A **assertiva IV** está **errada**. Primeiro que a NBR 12.218/1994 foi substituída pela versão de 2017. Segundo que, mesmo a norma antiga, dizia o contrário: pressão dinâmica mínima de 100 kPa e pressão estática máxima de 500 kPa.

De acordo com a NBR 12.218/2017, a pressão estática máxima das tubulações distribuidoras deve ser de 400 kPa, podendo chegar a 500 kPa em regiões com topografia acidentada. Já a pressão dinâmica mínima deve ser de 100 kPa (nível do terreno).

A **assertiva V** está **correta**. Apesar de não ser visto nesta aula, por ser um conteúdo muito aprofundado e por não ser muito explorado pelas bancas, o **método Hardy-Cross** pode ser utilizado para calcular a vazão dos condutos principais de redes malhadas, podendo ser feito ou por compensação das perdas de carga, ou por compensação das vazões. Não foi identificada mais nenhuma questão sobre o tema, e acho difícil as bancas cobrarem o cálculo do método. Basta saber que é usado para redes malhadas e que ou você define as vazões e determina as perdas de carga, ou o inverso, define as perdas de carga e calcula as vazões.

Portanto, o gabarito é a **alternativa B**.

7.6 - Órgãos e equipamentos acessórios

Vejamos agora os principais órgãos equipamentos acessórios das redes de distribuição de água.

Válvula de manobra: utilizada para **isolar trechos** de canalização para reparos, melhorar o abastecimento de uma área com o fechamento de outra, delimitar os setores de abastecimento, isolando as áreas de zonas de pressão distintas.

Válvula de descarga: colocadas em **pontos baixos** da rede para **esvaziar totalmente** a tubulação. Normalmente ficam próximas de córregos ou galerias de águas pluviais.



Ventosas: peças de funcionamento automático que permitem **entrada e saída de ar** nas tubulações.

Válvula redutora de pressão: projetada para **reduzir a pressão** de montante a uma pressão constante a jusante, independente da variação do sistema.

Válvula sustentadora de pressão: projetadas para **sustentar pressões mínimas** a montante, independentemente da variação de vazão e pressão no sistema.

Hidrante: equipamentos ligados às tubulações de abastecimento de água que permitem a retirada de água, para serem utilizadas, principalmente, no **combate a incêndio**. A água retirada pelos hidrantes também pode ser utilizada para **lavagem e limpeza** de tubulações, ruas e áreas públicas.

7.7 - Vazamentos

As perdas de água na rede de distribuição são definidas como toda perda **real** ou **aparente** de água ou todo o consumo **não autorizado** que determina aumento do custo de funcionamento ou que impeça a realização plena da receita operacional.

As **perdas aparentes** são as perdas **não físicas**, decorrentes de **submedição** nos hidrômetros, **fraudes** e **falhas** do cadastro comercial. Nesses casos, a água **é consumida**, mas não é faturada pela empresa de saneamento. Ou seja, causa prejuízo monetário para o prestador, que, muitas vezes, repassa tais custos para o consumidor final.

Para minimizar as perdas aparentes, algumas possíveis medidas são:

- a) **Instalação adequada de macromedidores;**
- b) **Calibração dos medidores de vazão;**
- c) **Combate às fraudes;**
- d) **Controle de ligações inativas e clandestinas;**
- e) **Instalação de hidrômetros adequados à faixa de consumo;**
- f) **Troca periódica de hidrômetros;**
- g) **Desinclinação de hidrômetros.**

Diferentemente das perdas aparentes, as **perdas reais** são as **perdas físicas** de água decorrentes de **vazamentos** na rede de distribuição e **extravasamentos** em reservatórios. Esse tipo de perda impacta a disponibilidade de recursos hídricos superficiais e os custos de produção de água tratada.

As perdas reais podem ser classificadas em:

a) Vazamentos visíveis: são **facilmente notados** pelos técnicos das companhias ou pela população, podendo ser prontamente acionadas as equipes de manutenção. Por exemplo: vazamentos em tubulações expostas.

b) Vazamentos não visíveis detectáveis: são vazamentos que **não afloram** para a superfície e exigem atividades de pesquisa para identificar a sua localização.



c) Vazamentos não visíveis não detectáveis: nem todos os vazamentos não visíveis são detectáveis. As tecnologias usuais utilizam princípios de acústica para detecção, mas, em pequenas vazões, baixo nível de ruído ou baixa pressão, não é possível identificar o vazamento. Por normalmente ser **economicamente inviável** o uso de outras tecnologias para identificar os vazamentos, eles são chamados também de vazamentos **inerentes**.

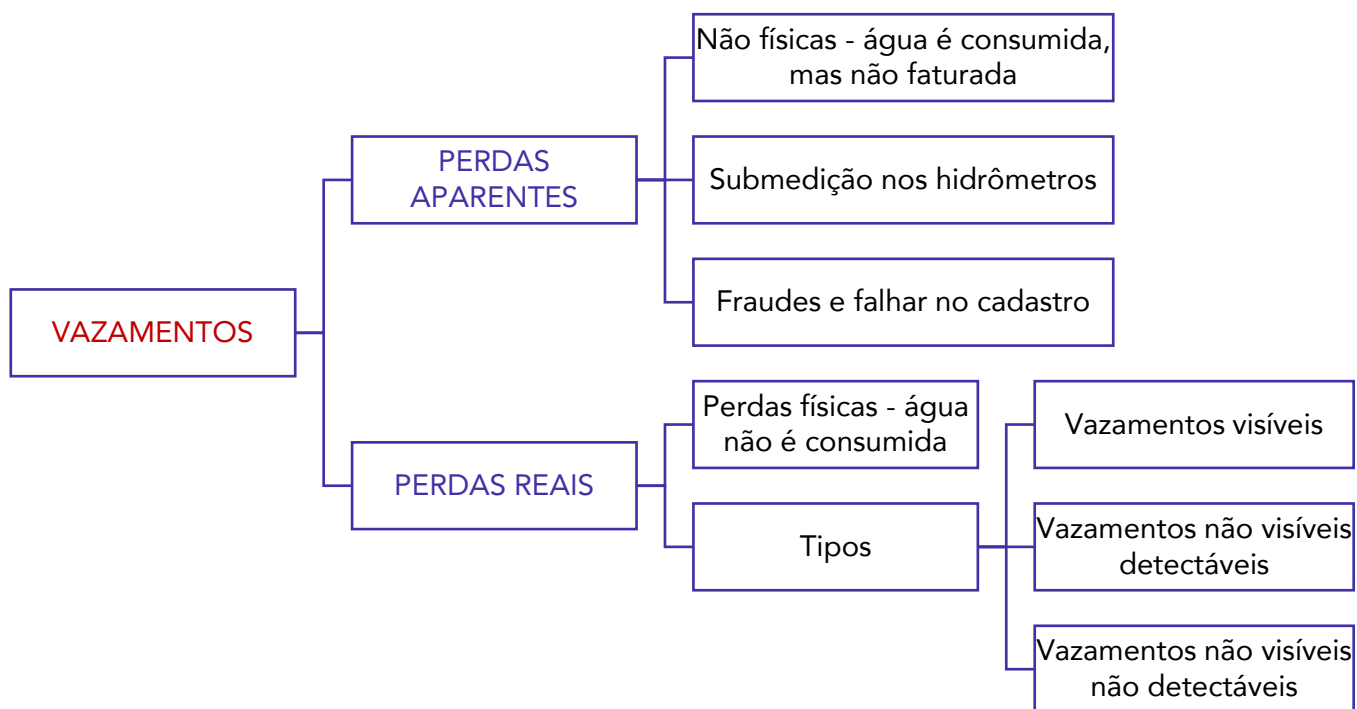
Para minimizar as perdas reais, sugerem-se algumas soluções, tais como:

- a) **Qualidade dos materiais** e da execução da obra;
- b) **Redução** do número de **juntas**;
- c) **Pesquisa** de vazamentos não visíveis;
- d) **Redução de tempo** de reparo.
- e) **Controle do nível** dos reservatórios.





RESUMINDO



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pessoal, com isso terminamos a parte teórica da aula.

A seguir, deixo uma lista de questões comentadas para que você possa fixar melhor os conteúdos estudados nesta aula.

Qualquer dúvida, não hesite em me contatar, estou à disposição de vocês.

Um abraço e até a próxima!

Prof. André Rocha



Instagram: @profandrerocha



E-mail: andrerochaprof@gmail.com



Telegram: t.me/meioambienteparaconcursos



Canal do Youtube: Eu Aprovado



QUESTÕES COMENTADAS



1. (VUNESP/SAMAE DE PIRACICABA/SP - 2021) Quando uma elevatória é desligada por falta de energia para evitar o retorno da água contida em uma adutora deve ser utilizada uma válvula:
- a) Redutora de pressão.
 - b) De retenção.
 - c) De gaveta.
 - d) Guilhotina.
 - e) De alívio.

Comentários

As válvulas de retenção geralmente são instaladas na saída das bombas e permitem apenas o escoamento do fluxo em uma direção e destina-se à proteção das instalações de recalque contra o refluxo de água. Quando uma elevatória é desligada por falta de energia, por exemplo, a válvula de retenção evita o retorno da água contida na adutora.

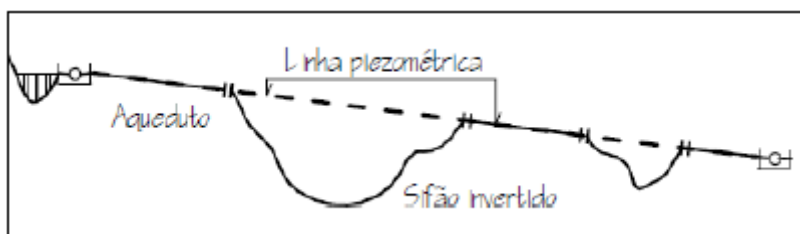
Assim, a **alternativa B** está correta e é o nosso gabarito.

2. (IESES/PREFEITURA DE PALHOÇA-SC - 2021) O sistema de água, formado desde a captação de água bruta até a distribuição de água potável, é constituído por várias etapas. Em relação a etapa de adução, leia atentamente as alternativas a seguir:
- I. As adutoras são canalizações água entre as unidades do sistema, que precedem a rede de distribuição. Não possuem derivações para alimentarem distribuidores de rua ou ramais prediais.
 - II. As válvulas de redução de pressão são peças colocadas nos pontos elevados da tubulação de modo a expulsar, durante o enchimento da adutora, o ar que normalmente se acumula nesses pontos. Deixam também penetrar o ar, quando a tubulação está sendo esvaziada, de modo a se evitar a ocorrência de pressões internas negativas, podendo originar o colapso ou achatamento ou ovalização das tubulações, bem como a possibilidade de entrada de líquido externo devido a defeitos provocados nas tubulações ou através das juntas.
 - III. No dimensionamento de uma adutora por recalque, os parâmetros a serem considerados são a vazão de adução (Q), o comprimento da adutora (L), o desnível a ser vencido (ΔH), o material



do conduto e seu coeficiente C. Procura-se determinar o diâmetro (D) da linha e a potência (P) da bomba, que vai gerar a pressão necessária para vencer o desnível indicado, à vazão desejada.

IV. Pode-se afirmar que o esquema abaixo refere-se a uma adutora mista com trechos por recalque e trechos por gravidade. Os trechos em condutos livres formam os aquedutos e os trechos em condutos forçados formam os sifões invertidos.



A sequência de afirmativas INCORRETAS é:

- a) Apenas as alternativas II, III e IV estão incorretas.
- b) Apenas as alternativas I e III estão incorretas.
- c) Apenas as alternativas II e IV estão incorretas.
- d) Apenas as alternativas I, II e III estão incorretas.

Comentários

A **assertiva I** está correta, essa é precisamente a descrição de uma adutora.

A **assertiva II** está errada, pois trouxe o conceito ventosa, não de uma válvula redutora de pressão.

A **assertiva III** está correta. No dimensionamento de uma adutora por recalque todos esses parâmetros devem ser considerados, além da escolha da bomba através do ponto de intersecção da curva do sistema x curva da bomba.

A **assertiva IV** está errada. A adução por recalque se dá de uma cota mais baixa para uma mais alta, utilizando bombeamento. No caso em tela, a adutora funciona por gravidade, de uma cota mais alta para uma mais baixa, ainda que possa haver trechos com escoamento livre e trechos com escoamento forçado.

Então, apenas as alternativas II e IV estão incorretas, sendo a **alternativa C** o nosso **gabarito**.

3. (IESES/PREFEITURA DE PALHOÇA – SC - 2021) Sobre o dimensionamento de rede ramificada de distribuição de água, leia atentamente as alternativas a seguir:

I. A vazão de distribuição é dada pela multiplicação do coeficiente do dia de maior consumo (k_1); do coeficiente da hora de maior consumo (k_2); da população final para a área a ser abastecida; e do consumo per capita final de água.



II. Segundo a norma 12.218/2017 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público – o diâmetro mínimo dos condutos secundários é de 75 mm. Exceção pode ser aceita, desde que tecnicamente justificada.

III. A taxa de consumo linear, relativa à extensão da rede, é dada por meio da divisão da vazão de distribuição pela área total coberta pela rede.

IV. A vazão fictícia calculada para cada trecho é dada pela soma da vazão de montante e de jusante, dividida por dois.

A sequência de afirmativas corretas é:

- a) Apenas as alternativas I, II e IV estão corretas.
- b) Apenas as alternativas II, III e IV estão corretas.
- c) Apenas as alternativas I e II estão corretas.
- d) Apenas as alternativas I e IV estão corretas.

Comentários

A **assertiva I** está correta. O cálculo da vazão de distribuição deve considerar esses parâmetros.

A **assertiva II** está errada. Segundo a norma 12.218/2017, o diâmetro mínimo dos condutos secundários é de **50 mm**.

A **assertiva III** está errada. A taxa de consumo linear relativa à extensão da rede se dá pela divisão da vazão total da rede ($Q_{\text{máx}}$) pelo comprimento total da rede.

A **assertiva IV** está correta. A vazão fictícia é dada por:

$$Q_t = \frac{Q_m + Q_j}{2}$$

Em que a vazão fictícia do trecho (Q_t) é a soma da vazão de montante (Q_m) com a vazão de jusante (Q_j) dividida por 2.

Assim, o gabarito é a **alternativa D**.

4. (VUNESP/PREFEITURA DE ILHABELA-SP - 2020) O conjunto de encanamentos, peças especiais e obras de arte destinado a promover o transporte da água em um sistema de abastecimento é chamado de adução, sendo classificado de acordo com:

- a) A energia de movimentação do líquido: gravidade, recalque e mista.
- b) O modo de escoamento do líquido: bruto, forçado e misto tratado.
- c) A natureza da água: bruta, tratada, industrial, residencial, hospitalar e esgoto.
- d) Os benefícios esperados: produtividade e velocidade.



e) A infraestrutura presente: caixas de água e sistemas de válvulas.

Comentários

Conforme vimos na aula, a adutora é a tubulação responsável pelo transporte da água nos sistemas de distribuição. Ela pode ser classificada quanto à energia para movimentação da água da seguinte forma: por **gravidade** (de uma cota mais alta para uma mais baixa, por conduto forçado ou livre), por **recalque** (de uma cota mais baixa para uma mais alta, utilizando bombeamento), ou **mistas** (trechos por recalque e trechos por gravidade).

Logo, a **alternativa A** é o nosso **gabarito**.

As demais classificações foram inventadas pela banca.

5. (VUNESP/PREFEITURA DE ILHABELA-SP - 2020) Uma adutora é uma estrutura que faz parte da rede de abastecimento de água e tem como objetivo transportar água que esteja em um reservatório até o local onde vai ocorrer o seu tratamento, ou deste até os reservatórios de distribuição.

Assinale a alternativa que designa, corretamente, o tipo de adutora de acordo com:

- a) A energia utilizada para o escoamento da água: sistema com reservatório de distribuição.
- b) A natureza da água transportada: adutora em conduto livre.
- c) A vazão: adutora por recalque.
- d) A origem da água: adutora de mananciais subterrâneos.
- e) O modo de escoamento: adutora em conduto forçado.

Comentários

Quanto à **qualidade da água** transportada, as adutoras podem ser classificadas em de **água bruta** ou adutoras de **água tratada**.

Já quanto à **energia** para movimentação da água, podem ser **por gravidade** (de uma cota mais alta para uma mais baixa, por conduto **forçado** ou **livre**), por **recalque** (de uma cota mais baixa para uma mais alta, utilizando bombeamento), ou **mistas** (trechos por recalque e trechos por gravidade).

Assim, temos que:

A **alternativa A** está **errada** – quanto à energia, pode ser uma adutora por gravidade ou por recalque.

A **alternativa B** está **errada** – quanto à natureza (qualidade) da água, pode ser água bruta ou tratada.

A **alternativa C** está **errada** – a classificação “por recalque” refere-se à energia, não à vazão.

A **alternativa D** está **errada** – a banca inventou essa classificação.



A **alternativa E** está correta e é o nosso gabarito – o escoamento pode ser livre ou forçado.

6. (UFU-MG/2020) O estudo de concepção de sistemas de abastecimento de água contempla várias atividades a serem desenvolvidas tais como: caracterização da área de estudo, análise dos sistemas de abastecimento já existentes, pré-dimensionamento das unidades dos sistemas considerados nos estudos, estudos e escolha de mananciais, demanda de água, dentre outras.

Sobre essas atividades, assinale a alternativa INCORRETA.

- a) Na análise dos sistemas de abastecimento de água já existentes, devem ser contempladas exclusivamente avaliações sobre área e população atendida.
- b) O estudo da demanda de água é realizado a partir da análise do consumo e de sua distribuição nas categorias residencial, comercial, pública, industrial e especial.
- c) Na caracterização da área de estudo, são consideradas as características físicas da área, o uso e a ocupação do solo da região da área, os aspectos socioeconômicos e os sistemas de infraestrutura e condições sanitárias da região.
- d) Captação, estação elevatória, linhas de recalque, adutoras, estação de tratamento de água, reservatórios e rede de distribuição são unidades de um sistema de abastecimento de água a serem pré-dimensionadas para seleção do sistema adequado.

Comentários

Sempre muita atenção com palavras limitantes, tais como “apenas”, “somente”, “exclusivamente”. Geralmente, as alternativas que as trazem estão incorretas.

É o caso da **alternativa A**, nosso gabarito, pois outros fatores também devem ser considerados, tais como a estimativa de população futura, a possibilidade de integração entre o sistema futuro e o existente, entre outras possibilidades.

7. (FUNDATEC/PREFEITURA DE PANAMBI-RS - 2020) Para realizar o projeto de adutoras de água utilizando condutos forçados, a ABNT NBR 12215-1:2017 estabelece uma série de critérios e requisitos. Sobre as diretrizes de velocidade máxima e velocidade mínima, assinale a alternativa INCORRETA.

- a) Para adutoras de água bruta, a velocidade mínima deverá ser maior que para adutoras de água tratada, podendo haver exceções, desde que tecnicamente justificadas.
- b) As velocidades máximas de dimensionamento não podem ultrapassar os 3 m/s na tubulação, não podendo haver qualquer exceção neste caso.
- c) No dimensionamento, deve-se buscar redução nos ruídos gerados.
- d) A velocidade máxima deve gerar o menor desgaste possível da tubulação, peças e acessórios.
- e) As perdas de carga devem proporcionar o menor consumo de energia elétrica possível, portanto elas devem ser limitadas.

Comentários



De acordo com a NBR 12.215/2017, a velocidade mínima a ser adotada para adutora de água bruta é de 0,6 m/s e para água tratada é de 0,3 m/s.

Já as velocidades máximas de dimensionamento não podem ultrapassar os 3,0 m/s na tubulação. Conforme comentado, exceção pode ser aceita, desde que técnica e economicamente justificada.

Logo, a **alternativa B** está errada e é o nosso gabarito.

As demais alternativas coadunam-se com o previsto na NBR 12.215/2017.

A **alternativa A** está correta. Para adutora de água bruta, deve ser adotada a velocidade mínima de 0,6 m/s e para água tratada de 0,3 m/s. Exceção pode ser aceita, desde que tecnicamente justificada.

A **alternativa C**, **alternativa D** e **alternativa E** estão corretas, são todos fatores a serem considerados no dimensionamento de adutoras.

8. (FUNDATEC/PREFEITURA DE SANTO AUGUSTO-RS - 2020) A partir das especificações e das recomendações da ABNT NBR 12218/2017 acerca dos projetos de rede de distribuição de água para abastecimento público, analise as assertivas abaixo e assinale V, se verdadeiras, ou F, se falsas.

() Deve ser prevista válvula de descarga nos pontos altos da rede, com indicação em projeto do ponto de lançamento da água de descarga.

() A pressão dinâmica é a pressão em determinado ponto, referenciada ao nível do terreno, sob condição de consumo.

() A rede malhada é a rede em que a tubulação principal alimenta tubulações secundárias, não formando circuitos fechados.

A ordem correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é:

- a) F – F – V.
- b) F – V – V.
- c) F – V – F.
- d) V – V – V.
- e) V – F – F.

Comentários

A **assertiva I** está errada. Deve ser prevista válvula de descarga nos pontos baixos da rede, com indicação em projeto do ponto de lançamento da água de descarga.

A **assertiva II** está correta. A pressão dinâmica refere-se a uma condição de consumo.

A **assertiva III** está errada, pois trouxe característica da rede ramificada, não da malhada.



Portanto, o gabarito é a **alternativa C**.

9. (AMEOSC/PREFEITURA DE PALMA SOLA-SC - 2020) Rede de distribuição de água é a unidade do sistema de abastecimento que conduz água para os pontos de consumo (prédio, indústrias etc). Podem ser do tipo ramificadas, malhadas e mistas. Assinale a alternativa que corresponde a um tipo de rede de distribuição ramificada:

- a) Uma eventual interrupção no conduto mestre não causará transtornos, pois a água escoará em direção contrária à anterior para atender a nova situação criada pela interrupção.
- b) É o tipo utilizado para pequenas cidades do interior.
- c) Possui anéis e trechos ramificados
- d) Não se pode estabelecer a priori o sentido de escoamento da água.

Comentários

Essa é uma questão que deixa o candidato em dúvida do gabarito correto, mas é possível resolver por eliminação. Vejamos:

A **alternativa A** está errada. Na rede ramificada, uma interrupção no conduto causará transtornos no abastecimento a jusante, pois não há outro caminho alternativo de abastecimento.

A **alternativa C** está errada. A rede ramificada possui nós e trechos, mas não possui anéis.

A **alternativa D** está errada, pois é possível estabelecer o sentido do escoamento da água na rede ramificada.

Portanto, só nos resta a **alternativa B** como gabarito. Porém, o critério para o uso de redes ramificadas tem relação às limitações de topografia e traçado que não permitam a rede malhada, não necessariamente tendo a ver com a cidade ser pequena ou não.

10. (AMEOSC/PREFEITURA DE PALMA SOLA-SC - 2020) Em relação à captação em cursos d'água, a avaliação pode ocorrer de caso a caso, ocasionando diversas variações no projeto, como:

- I. Nem sempre há necessidade do desarenador;
- II. Na elevatória as bombas podem ter eixo horizontal ou vertical, podem ser afogadas ou não;
- III. A tomada de água pode ser feita com canais (condutos livres) ou tubulação (condutos forçados)

Dos itens acima, podemos dizer que:

- a) Apenas o item I está correto.
- b) Apenas o item III está correto.
- c) Apenas os itens I e II estão corretos.
- d) Todos os itens estão corretos.



Comentários

A **assertiva A** está correta. Nem sempre há a necessidade de desarenador após a captação de água, porém é recomendável para proteger as estruturas da bomba na estação elevatória.

A **assertiva II** está correta. As bombas podem ter eixo horizontal ou vertical, podendo ser afogadas (submersas) ou não afogadas (somente a tubulação de sucção é submersa).

A **assertiva III** está correta. A tomada de água pode ser feita por canais, como os canais de derivação, ou tubulação.

Desse modo, todos os itens estão corretos, sendo a **alternativa D** o nosso gabarito.

11. (CEBRASPE/TCE-RO - 2019) Nos sistemas de abastecimento de água:

- a) A captação com barragem de nível é dimensionada para manter a vazão de captação constante ao longo do tempo.
- b) A linha piezométrica corta a linha da tubulação nas adutoras projetadas para funcionar por gravidade.
- c) As bombas centrífugas são adequadas para alturas geométricas de sucção superiores a 20 metros
- d) O reservatório elevado pode ser instalado à jusante da rede de distribuição.
- e) O caminho do fluxo da água em qualquer ponto da tubulação, nas redes de distribuição do tipo malhada em anéis, é único e constante.

Comentários

A **alternativa A** está errada. A captação com barragem de nível é dimensionada para manter o nível da água constante, não a vazão.

A **alternativa B** está errada. A adutora por gravidade só funcionará se a linha da adutora ficar abaixo da linha piezométrica, ou se coincidir com esta.

A **alternativa C** está errada. Em bombas centrífugas normais, instaladas ao nível do mar e com fluido bombeado a temperatura ambiente, recomenda-se que o desnível geométrico, isto é, a altura entre o nível dinâmico da captação e o bocal de sucção da bomba não exceda 8 metros de coluna d'água (8 mca).

A **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito. O reservatório elevado pode sim ser instalado a jusante da rede de distribuição. Nesse caso, será um reservatório de sobra.

A **alternativa E** está errada. No caso de redes malhadas, o sentido de circulação em cada trecho depende da diferença de pressões em seus nós extremos. São as redes ramificadas que admitem um único sentido de circulação da água.

12. (CEBRASPE/PGE-PE - 2019) A captação de água tem por finalidade criar condições para que a água seja retirada de um manancial abastecedor em quantidade suficiente para atender o



consumo e em qualidade que dispense tratamentos ou os reduza ao mínimo possível. A respeito de obras de saneamento relacionadas a esse assunto, julgue o item que se segue.

Em córregos e rios, recomenda-se que a tubulação de tomada esteja localizada na cota mínima desses cursos d'água, para favorecer a eficiência da bomba de captação.

Comentários

A tomada de água na cota mínima do curso de água pode favorecer a interferência do material do fundo do rio, não sendo recomendada. Logo, questão **errada**.

13. (FCC/SANASA CAMPINAS - 2019) Sendo as válvulas componentes de grande importância nos sistemas de abastecimento de água, dentre os principais tipos existentes, a válvula de pé com crivo destaca-se por normalmente ser:

- a) Também chamada de registro de crivo, é largamente utilizada nos sistemas de abastecimento de água, sendo caracterizada pelo movimento retilíneo e alternativo de uma peça de vedação ao longo de uma sede ou crivo.
- b) Instalada na entrada da tubulação de sucção da bomba, com a finalidade de impedir o retrocesso da água quando cessa o bombeamento, também pode impedir o acesso de corpos estranhos, contribuindo para não ocorrerem danos.
- c) Utilizada em locais de menor fiscalização, na configuração de montagem com cabeçote, pois, somente pode ser manobrada empregando-se uma chave T, o que dificulta sua movimentação por pessoas estranhas.
- d) Destinada a regular a vazão da água, mesmo variando a carga disponível que provoca o escoamento, sendo provida de um disco com rotação máxima de 90 graus e dois flanges, através dos quais se adaptam à canalização.
- e) Uma válvula inteligente que opera hidraulicamente, destinada a diversos tipos de controles hidráulicos, sendo frequentemente utilizada para regulação do fluxo em controle contínuo de abertura e fechamento.

Comentários

A válvula de pé com crivo é utilizada para fazer a escorva de bombas não afogadas. A válvula introduz na sucção uma perda de carga considerável e exige um serviço de manutenção constante. Contudo, permite vedação da água, assim a tubulação de sucção se mantém com água, mesmo se a bomba for paralisada.

Portanto, o gabarito é a **alternativa B**.

14. (UDESC/IMA-SC - 2019) O sistema abastecimento de água em quantidade e qualidade adequadas desempenha papel de importância para a saúde e ao desenvolvimento econômico de uma região. Para o planejamento e gerenciamento dos sistemas, a previsão do consumo de água é um fator fundamental para o dimensionamento de tubulações, estruturas e equipamentos.

Com relação ao consumo de água, analise as proposições.



I. Em um sistema de abastecimento de água, a quantidade de água consumida varia em função de alguns fatores, como por exemplo: condições climáticas, medição de água, preço da água e hábitos de vida da população.

II. A relação entre o maior consumo diário verificado no período de um ano e o consumo médio diário neste mesmo período, considerando-se sempre as mesmas ligações, fornece o coeficiente da hora de maior consumo.

III. O consumo efetivo per capita de água é uma relação entre o volume de água produzido pela estação de tratamento de água e a quantidade de pessoas atendidas.

IV. O consumo per capita de água pode ser calculado em função do consumo efetivo per capita e o índice de perdas de água do sistema de abastecimento.

V. Como exemplos de métodos para determinação do consumo de água em um setor de abastecimento, podemos citar a leitura de hidrômetros e a leitura do macromedidor instalado na saída do reservatório.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I e IV são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas I e V são verdadeiras
- e) Somente as afirmativas I, IV e V são verdadeiras.

Comentários

A **assertiva I** está correta. De fato, o sistema de abastecimento de água depende de diversos fatores, incluindo condições climáticas, medição de água, preço da água e hábitos de vida da população.

A **assertiva II** está errada. A relação entre o maior consumo diário verificado no período de um ano e o consumo médio diário neste mesmo período, considerando-se sempre as mesmas ligações, fornece o coeficiente de maior vazão diária de consumo, não o coeficiente de hora de maior consumo.

A **assertiva III** está errada. O consumo efetivo per capita de água não é calculado com base no volume de água produzido pela estação de tratamento, mas sim no consumo medido pelos hidrômetros. Vamos lembrar da equação?

$$q_e = \frac{V_c}{NE \times ND \times NH/L}$$

Em que:

q_e = consumo efetivo *per capita* de água;



V_c = volume consumido pelos hidrômetros;

NE = número médio de economias;

ND = número de dias da medição pelos hidrômetros;

NH/L = número de habitantes por ligação.

A **assertiva IV** está **correta**. Conforme vimos, as perdas de água do sistema de abastecimento devem ser consideradas para a determinação do consumo *per capita* em relação ao consumo efetivo mostrado acima, conforme a seguinte equação:

$$q = \frac{q_e}{1 - I}$$

Em que:

q = consumo *per capita* de água;

q_e = consumo efetivo *per capita* de água;

I = índice de perdas.

No caso de projetos, é usual fixar um índice de perdas como meta (ex.: 20%) e não utilizar os valores atuais, que geralmente são maiores.

A **assertiva V** está **correta**. Além da leitura dos hidrômetros, o medidor instalado na saída do reservatório também fornece os volumes consumidos em determinado intervalo de tempo selecionado.

Então, somente as afirmativas I, IV e V são verdadeiras, sendo a **alternativa E** o nosso gabarito.

15. (UESC/IMA-SC - 2019) Os reservatórios de distribuição de água possuem como principais finalidades a regularização da vazão de água, a segurança no abastecimento, suprir vazões extras para combate a incêndio e a regularização de pressões.

Com relação aos reservatórios de distribuição de água analise as proposições e assinale (V) para verdadeira e (F) para falsa.

() Com relação à posição do reservatório em relação ao sistema de distribuição, os reservatórios podem ser classificados em reservatório de jusante, reservatório de montante ou reservatório de posição intermediária.

() A determinação do volume útil do reservatório somente pode ser determinada quando estiver disponível a curva de consumo de água do sistema de abastecimento.

() A formação de vórtice em um reservatório pode ser evitada quando utiliza-se uma submersão mínima adequada na saída de água deste reservatório.



() O volume nominal de um reservatório corresponde ao volume compreendido entre os níveis do reservatório, máximo para que haja tempo hábil de manobra e mínimo para que não haja formação de vórtice.

() Devido à oscilação da lâmina de água no reservatório, é necessário abertura de ventilação para a saída ou entrada de ar.

Assinale a alternativa correta, de cima para baixo.

a) V – F – V – F – V

b) F – V – V – F – F

c) V – F – F – V – F

d) F – V – V – F – V

e) V – V – F – V – V

Comentários

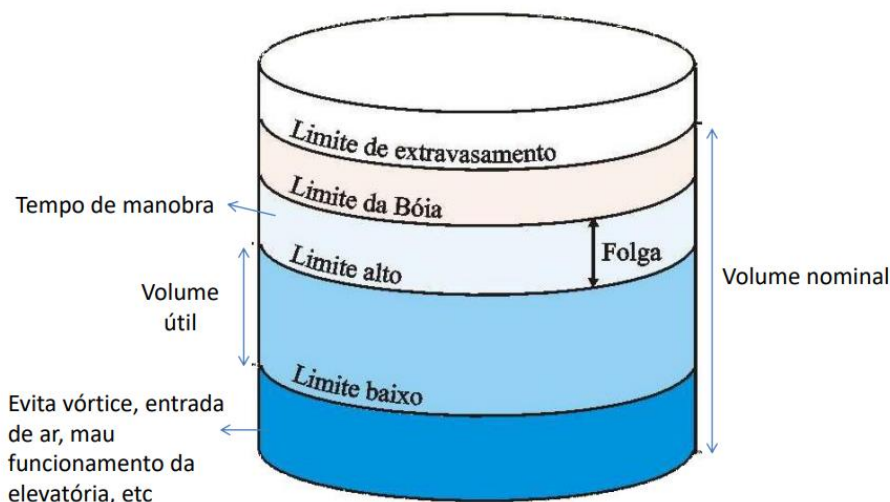
A **primeira assertiva** está correta. O reservatório de montante localiza-se antes da distribuição; o de jusante localiza-se depois e é chamado também de reservatório de sobras, porque recebe água durante as horas de menor consumo e auxilia o abastecimento durante as horas de maior consumo. Por último, o reservatório de posição intermediária consiste em reservatório intercalado no sistema de adução e tem a função de servir de volante de regularização das transições entre bombeamento e/ou adução por gravidade.

A **segunda assertiva** está errada. De acordo com a NBR 12.217/1994, normalmente, o volume do reservatório de fato é calculado por uma curva de consumo. Porém, quando essa curva não está disponível, segue-se a seguinte orientação: o volume armazenado será igual ou maior que $\frac{1}{3}$ do volume distribuído no dia de consumo máximo!

A **terceira assertiva** está correta. A formação de vórtice pode ser evitada garantindo uma submersão mínima da tubulação de saída de água do reservatório.

A **quarta assertiva** está errada. O volume nominal de um reservatório corresponde ao volume compreendido entre o limite de extravasamento e o limite mínimo para que não haja vórtice. Desse modo, o limite máximo não é o “máximo para que haja tempo hábil de manobra” conforme afirma a questão.





A **quinta assertiva** está **correta**. Devido à oscilação da lâmina d'água, é necessário abertura de ventilação para a saída de ar quando a lâmina sobe e a entrada de ar quando a lâmina desce, de modo a evitar os esforços devido ao aumento e diminuição da pressão interna.

Portanto, a **alternativa A** está **correta** e é o nosso gabarito.

16. (INSTITUTO AOCP/PREFEITURA DE SÃO BENTO DO SUL-SC - 2019) O reservatório que sempre fornece água à rede de distribuição é o reservatório:

- a) apoiado.
- b) de sobra.
- c) de jusante.
- d) de montante.

Comentários

A **alternativa A** está **errada**. Reservatório apoiado é apenas uma classificação para a posição da estrutura no terreno, não diz respeito sobre fornecer ou não água à rede de distribuição.

A **alternativa B** e **alternativa C** estão **erradas**. Reservatório de sobra é o mesmo que reservatório de jusante, ou seja, está depois da rede de distribuição.

A **alternativa D** está **correta** e é o nosso gabarito. O reservatório de montante se localiza antes da distribuição e é o principal responsável por fornecer água à rede.

17. (INSTITUTO AOCP/PREFEITURA DE SÃO BENTO DO SUL-SC - 2019) Dentro da rede de abastecimento de água, a área abrangida por uma subdivisão da rede, na qual as pressões estática e dinâmica obedecem a limites prefixados, corresponde

- a) Ao setor de manobra.

- b) Ao setor de medição.
- c) À zona de pressão.
- d) À área de macromedição.

Comentários

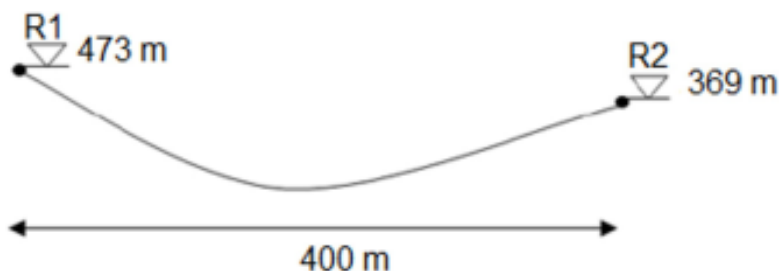
É a zona de pressão que é a área abrangida pela divisão do setor de abastecimento, na qual as pressões estática e dinâmica obedecem aos limites prefixados. Assim, a **alternativa C** está correta e é o nosso gabarito.

A **alternativa A** está errada. O setor de manobra é a menor subdivisão da rede de distribuição, cujo fluxo de água pode ser isolado ou direcionado para permitir manutenções e/ou intervenções, mantendo o abastecimento do restante da rede.

A **alternativa B** está errada. O setor de medição é a parte da rede de distribuição perfeitamente delimitada e isolável, com a finalidade de acompanhar a evolução do consumo e avaliar as perdas de água na rede.

A **alternativa D** está errada. A área de macromedição é o conjunto de medições realizadas no sistema público de abastecimento de água, desde a captação de água bruta até as extremidades de jusante da rede de distribuição.

18. (INSTITUTO AOCP/PC-ES - 2019) Água é aduzida em uma vazão de 20 L/s entre dois reservatórios, R1 e R2, ambos abertos para a atmosfera. A seguinte figura ilustra a distância entre esses reservatórios, bem como as cotas do nível de água em cada um deles.



A tabela a seguir apresenta as perdas de carga para adução em tubulações, de um mesmo material, com diferentes diâmetros.

Diâmetro (mm)	250	200	150	100	50
Perda de carga (m/100 m)	104	52	26	19	13

Com base nessas informações, é correto afirmar que o diâmetro da adutora, em mm, é igual a



- a) 250.
- b) 200.
- c) 150.
- d) 100.
- e) 50.

Comentários

Primeiramente, considerando a fórmula:

$$\Delta h = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

Em que Δh é a diferença de cotas, podemos substituir os termos da fórmula pela perda de carga unitária (J):

$$J = \frac{f}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

Logo, teremos a seguinte relação:

$$\Delta h = J \times L$$

$$\Delta h = 473\text{m} - 369\text{m} = 104\text{m}$$

$$104 = J \times 400$$

$$0,26 = J$$

Porém, 0,26 é a perda de carga a cada 1 metro. A tabela deu os valores de J a cada 100 metros, logo, é só multiplicar o valor por 100, resultando em 26 metro de perda de carga a cada 100 m.

Assim, conferindo na tabela, para 26 metros, o diâmetro necessário é de **150 mm**, sendo a **alternativa C** o nosso gabarito.

19. (IPEFAE/PREFEITURA DE SÃO JOÃO DA BOA VISTA – SP - 2019) Analise as seguintes afirmações sobre abastecimento de água potável:

I. O coeficiente do dia de maior consumo deve ser considerado no cálculo da vazão e, consequentemente, no dimensionamento da tubulação de distribuição apenas do trecho final que serve aos consumidores finais.



II. O coeficiente da hora de maior consumo deve ser considerado no cálculo da vazão e, conseqüentemente, no dimensionamento da tubulação de distribuição do trecho final que serve aos consumidores finais e no dimensionamento do reservatório.

III. No dimensionamento de tubulações a água consumida no tratamento e limpeza dos filtros deve ser considerada a partir da captação de água.

Destas afirmações depreende-se que:

- a) Apenas a afirmação III está correta.
- b) Apenas as afirmações II e III estão corretas.
- c) Apenas as afirmações I e III estão corretas.
- d) As afirmações I, II e III estão corretas.

Comentários

A **afirmativa I** está errada. Não é apenas no trecho final, mas em todo o trecho até o reservatório.

A **afirmativa II** está errada. Não se utilizam o coeficiente da hora de maior consumo no dimensionamento do reservatório, somente o coeficiente de dia de maior consumo.

A **afirmativa III** está correta. De fato, a água consumida na ETA deve ser considerada na vazão necessária de captação.

Portanto, a **alternativa A** está correta e é o nosso gabarito.

20. (IBADE/PREFEITURA DE SERINGUEIRAS – RO - 2019) O local da captação escolhido para o abastecimento de água de uma localidade deve atender às seguintes condições gerais:

- a) Situar-se a jusante de focos de poluição, e interferências antrópicas.
- b) Evitar a implantação no trecho reto do curso d'água.
- c) Situar-se em ponto da margem interna no manancial, evitando assim o acúmulo de sedimentos.
- d) Situar-se em ponto que garanta a vazão demandada pelo sistema e a vazão residual estabelecida pelo órgão de gestão das águas.
- e) Permitir o máximo de alterações no curso d'água em decorrência da implantação das estruturas e dispositivos de captação.

Comentários

A **alternativa A** está errada. Deve-se situar a montante de focos de poluição e interferências antrópicas, para não sentir diretamente os efeitos dessas fontes.

A **alternativa B** está errada. Pelo contrário: deve-se priorizar a implantação no trecho reto do curso de água!



A **alternativa C** está errada, porque se deve situar em ponto da margem externa (não interna) no manancial, evitando assim o acúmulo de sedimentos.

A **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito. É evidente que o ponto deve garantir a vazão demandada pelo sistema e a vazão residual estabelecida pelo órgão de gestão das águas.

A **alternativa E** está errada. Não faz sentido! Quanto menos alterações no curso de água, melhor!

21. (QUADRIX/PREFEITURA DE JATAÍ - 2019) O sistema de abastecimento de água é constituído por diversas partes. A parte que permite o uso de materiais como concreto, ferro fundido e aço e que é responsável por conduzir a água das fontes naturais às estações de tratamento e destas aos reservatórios de distribuição é conhecida como:

- a) Captação.
- b) Adução.
- c) Reservação
- d) Distribuição.
- e) Tratamento.

Comentários

Nesta aula, estudamos as etapas do abastecimento de água. Vimos que a parte do sistema de distribuição responsável pela condução das águas de um componente a outro é a etapa de adução!

Não confunda com a distribuição, que vem só depois da reservação.

Assim, a **alternativa B** está correta e é o nosso gabarito.

22. (FUNDATEC/PREFEITURA DE VILA LÂNGARO-ES - 2019) Fenômeno resultante do transitório hidráulico, quando ocorre variação brusca de pressão acima ou abaixo do valor normal de funcionamento". De acordo com a ABNT NBR 12218/2017 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público, esta afirmação se refere:

- a) à subpressão.
- b) à zona de pressão.
- c) à pressão de serviço.
- d) à sobrepressão.
- e) ao golpe de aríete.

Comentários



É o golpe de aríete! Trata-se de fenômeno resultante do transitório hidráulico, quando ocorre variação brusca de pressão acima ou abaixo do valor normal de funcionamento, provocando ondas de pressão que se propagam na tubulação e que sofrem reflexões no reservatório e na válvula.

Logo, a **alternativa E** está correta e é o nosso gabarito.

23. (FUNDATEC/PREFEITURA DE FORMOSA DO SUL-SC - 2019) Um dos principais componentes de sistemas de abastecimento de água potável são as adutoras por recalque. Essas adutoras conduzem água geralmente para um local mais elevado ou local cujo desnível, em relação à tomada da adutora, seja pequeno e não suficiente para promover o escoamento com a vazão requerida. Nesses casos, a energia é fornecida ao líquido por meio das estações elevatórias.

Conforme a ABNT NBR 12215-1:2017 – Projeto de adutora de água – Parte 1: Conduto forçado, assinale a alternativa INCORRETA.

- a) A cavitação é a vaporização parcial ou completa da água que ocorre em um líquido confinado, resultante de ocorrência de pressões abaixo da sua pressão de vapor.
- b) A chaminé de equilíbrio é uma estrutura destinada a amortecer as ondas de subpressão ou sobrepressão resultantes de um eventual regime transitório em uma tubulação.
- c) O volante de inércia é um dispositivo acoplado ao eixo da bomba para aumentar o momento de inércia do conjunto girante, reduzindo a taxa de variação de rotação do conjunto motor-bomba por ocasião do seu desligamento.
- d) A pressão de serviço é a pressão atuante nos componentes do sistema quando da ocorrência do regime hidráulico permanente.
- e) O diâmetro externo das adutoras (DE) é a maior dimensão medida na seção transversal da tubulação e o diâmetro nominal (DN) é o diâmetro que deve ser utilizado para fins de cálculo.

Comentários

A **alternativa A** está correta. A cavitação aparece quando a pressão do líquido atinge a tensão máxima do vapor do líquido na sua temperatura, formando-se bolhas de vapor que provocam de imediato uma diminuição da massa específica do líquido. Essas bolhas (ou cavidades) são arrastadas pelo escoamento e atingem regiões em que a pressão reinante é maior que a pressão existente na região onde elas se formaram. Essa brusca variação de pressão provoca o colapso das bolhas por um processo de implosão, processo extremamente rápido.

A **alternativa B** está correta, a chaminé de equilíbrio é um dispositivo amortecer as ondas de subpressão e sobrepressão resultantes de um eventual regime transitório em uma tubulação, atuando como reservatório intermediário de nível variável em consequência do regime transitório atuante.

A **alternativa C** está correta. O volante de inércia é um dispositivo acoplado ao eixo da bomba para aumentar o momento de inércia do conjunto girante reduzindo a taxa de variação de rotação do conjunto motor-bomba por ocasião do seu desligamento. Trata-se de um disco instalado entre a bomba e o motor com a função de manter a bomba operando e garantir que o tubo continue sendo preenchido pelo líquido bombeado mesmo com a ausência de energia.



A **alternativa D** está correta. Trata-se de definição de “pressão de serviço” prevista na NBR 12.215/2017. Ela difere-se da pressão de pré-carga, que é a pressão inicial mínima necessária para a adequada operação do reservatório hidropneumático, e também da pressão de serviço máxima, que é a pressão máxima atuante nos componentes do sistema quando da ocorrência do regime transitório.

A **alternativa E** está errada e é o nosso gabarito. O diâmetro externo é a maior dimensão medida na seção transversal de uma tubulação, enquanto o diâmetro nominal (DN) é o simples número que serve para classificar, em dimensões, os elementos de tubulações (tubos, juntas, conexões, acessórios). Lembrando que a DN não é objeto de medição, nem de utilização para fins de cálculos.

24. (INSTITUTO EXCELÊNCIA/DEMSUR - 2019) O conjunto de trechos que forma um circuito fechado dentro de um sistema de distribuição de água denomina-se:

- a) Nó.
- b) Trecho.
- c) Malha.
- d) Nenhuma das alternativas.

Comentários

O conjunto de trechos que forma um circuito fechado dentro de um sistema de distribuição de água denomina-se malha, sendo a **alternativa C** o nosso gabarito.

Nó é um ponto de derivação da vazão e/ou de mudanças de diâmetro.

Trecho é a tubulação entre dois nós.

25. (FEPESE/PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS-SC - 2019) Considere as afirmativas abaixo em relação ao sistema de abastecimento de água.

1. O consumo per capita é um parâmetro bastante variável entre diferentes localidades brasileiras e depende de diversos fatores, como: hábitos de higiene da comunidade, quantidade de micromedição do sistema de abastecimento de água, a fartura ou escassez de mananciais, a intermitência ou regularidade de abastecimento, entre outros.
2. Zonas de pressão em redes de distribuição são cada uma das partes em que a rede é subdividida, com o objetivo de impedir que as pressões, dinâmica mínima e estática máxima, ultrapassem os limites recomendados e preestabelecidos.
3. Em um sistema de distribuição de água, designa-se como área de pressão o local em que a característica de ocupação o torna distinto das áreas vizinhas em relação ao tipo de consumidor predominante e à pressão estática máxima, permitida em tubulações de 80 m.c.a.

Assinale a alternativa que indica todas as afirmativas corretas.

- a) É correta apenas a afirmativa 1.



- b) É correta apenas a afirmativa 2.
- c) São corretas apenas as afirmativas 1 e 2.
- d) São corretas apenas as afirmativas 2 e 3.
- e) São corretas as afirmativas 1, 2 e 3.

Comentários

A **assertiva 1** está correta. De fato, o consumo per capita de água varia de acordo com condições econômicas, hábitos de higiene, disponibilidade hídrica e outros fatores.

A **assertiva 2** está correta. A zona de pressão é a área abrangida pela divisão do setor de abastecimento, na qual as pressões estática e dinâmica obedecem aos limites prefixados.

A **assertiva 3** está errada. A pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de **500 kPa** de acordo com a NBR 12.218/2017, o que equivale a **50 m.c.a.**

Portanto, o gabarito é a **alternativa C**.

26. (FEPESE/SANEFRAI - 2019) O conjunto de instalações e equipamentos de bombeamento, destinados a transportar a água a pontos mais distantes ou mais elevados, é chamado de:

- a) Rede de distribuição.
- b) Reservatório.
- c) Adutora.
- d) Estação elevatória.
- e) Estação de tratamento.

Comentários

Uma estação elevatória é uma estrutura responsável por inserir energia no sistema, por meio de **bombas**, para que a água possa ser conduzida de uma cota **mais baixa** para uma cota **mais alta** no terreno. Normalmente, após a estrutura de captação de água bruta, há uma estação elevatória para bombear a água captada até a localização da ETA.

Portanto, a **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito.

27. (FEPESE/SANEFRAI - 2019) Vazamentos na estrutura do cavalete são denominados:

- a) Vazamentos tubulares.
- b) Vazamentos semivisíveis.
- c) Vazamentos de conexão
- d) Vazamentos ocultos.
- e) Vazamentos visíveis.



Comentários

A questão pede a classificação dos vazamentos no cavalete, conjunto padronizado de tubulações e conexões, destinado à instalação do hidrômetro, situado no Ramal Predial.

A **alternativa A** está errada. Os vazamentos tubulares são os que ocorrem nas tubulações, não nos cavaletes.

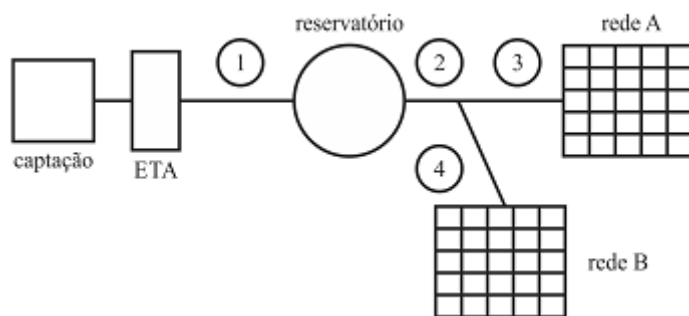
A **alternativa B** está errada. O termo semivisível não é uma classificação utilizada nas perdas de água do sistema.

A **alternativa C** também está errada. Vazamentos de conexão ocorrem nas conexões das redes, não nos cavaletes.

A **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito. Embora parte do cavalete possa estar visível, a estrutura geral geralmente está enterrada. Desse modo, os vazamentos nessa estrutura geralmente são considerados ocultos.

A **alternativa E** está errada, vide justificativa anterior.

28. (CEBRASPE/TCM-BA - 2018) Um sistema de abastecimento está sendo projetado para atender duas redes (A e B). O sistema, representado na figura a seguir, conta com um reservatório para regularização das vazões. A vazão média requerida para o sistema é de 200 L/s, sendo 100 L/s para cada rede. Os coeficientes do dia de maior consumo e hora de maior consumo são, respectivamente, 1,2 e 1,5.



Nessa situação hipotética, as vazões de projeto, em L/s, dos segmentos 1 e 2 são, respectivamente, iguais a

- a) 200 e 200.
- b) 200 e 240.
- c) 240 e 240.
- d) 240 e 360.
- e) 360 e 360.



Comentários

Lembre-se que o K_2 é utilizado somente após o reservatório. Assim, para o trecho 1 (antes do reservatório):

$$Q_1 = Q_{med} \times K_1$$

Em que a vazão de dimensionamento (Q_1) é a multiplicação da vazão média (Q_{med}) pelo coeficiente do dia de maior consumo (K_1).

$$Q_1 = 200 \times 1,2 = \mathbf{240 \text{ L/s}}$$

Já para o trecho 2 (depois do reservatório):

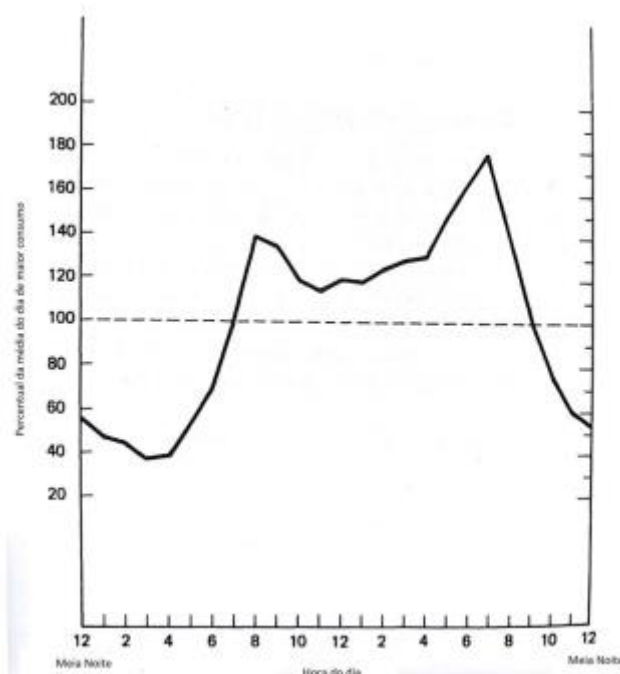
$$Q_2 = Q_{med} \times K_1 \times K_2$$

Em que a vazão de dimensionamento (Q_2) é a multiplicação da vazão média (Q_{med}) pelo coeficiente do dia de maior consumo (K_1) pelo coeficiente de hora de maior consumo (K_2).

$$Q_2 = 200 \times 1,2 \times 1,5 = \mathbf{360 \text{ L/s}}$$

Portanto, o gabarito é a **alternativa D**.

29. (FGV/TJ – SC - 2018) A figura abaixo mostra a curva de variação do consumo de água de um município, no dia de maior consumo.



De acordo com essa curva, o coeficiente da hora de maior consumo desse município é:



- a) $K_2 = 1,4$;
- b) $K_2 = 1,6$;
- c) $K_2 = 1,8$;
- d) $K_2 = 2,0$;
- e) $K_2 = 2,2$.

Comentários

O coeficiente da hora de maior consumo é o K_2 , calculado sendo:

$$K_2 = \frac{\text{maior vazão horária no dia}}{\text{vazão média do dia}}$$

Do gráfico, percebe-se que a maior vazão horária no dia é 180 e a vazão média é indicada pela linha tracejada (100). Então:

$$K_2 = \frac{180}{100} = 1,8$$

Portanto, o gabarito é a **alternativa C**.

30. (FGV/TJSC - 2018) O local para implantação das obras de captação de águas superficiais deve ser escolhido a partir da análise conjunta de todos os elementos disponíveis sobre a área reservada para essa finalidade. Devem ser verificadas as características hidráulicas do manancial, a geologia da região, as áreas eventualmente inundáveis e os focos de poluição existentes e potenciais.

Segundo norma da ABNT, a localização da captação de águas superficiais atende a alguns critérios, EXCETO:

- a) Quando em curva, estar na margem convexa, onde as velocidades e a profundidade são maiores;
- b) Ficar protegida da ação erosiva das águas e dos efeitos decorrentes da variação de nível do curso da água;
- c) Estar preferencialmente em trecho reto do curso da água;
- d) Quanto à influência de marés, a escolha deve ser feita com auxílio de estudos sobre a intrusão da cunha salina;
- e) Permitir acesso permanente ao local de captação.

Comentários

A única alternativa **errada** é a **alternativa A**, pois, quando em curva, a captação de água deve ficar na margem côncava (curvatura externa), onde as velocidades são maiores.

As outras alternativas fazem sentido e estão corretas.



31. (VUNESP/SAAE DE BARRETOS-SP - 2018) Nos sistemas de abastecimento de água com adutora em conduto forçado, a estrutura destinada a amortecer as ondas de subpressão e sobrepressão resultantes de um eventual regime transitório em uma tubulação, atuando como reservatório intermediário de nível variável em consequência do regime transitório atuante, denomina-se
- a) Válvula de controle.
 - b) Orifício cinético de ventosa.
 - c) Orifício automático de ventosa.
 - d) Chaminé de equilíbrio.
 - e) Válvula de alívio de ação direta.

Comentários

Conforme vimos, a **chaminé de equilíbrio** é destinada a **amortecer** as ondas de subpressão e sobrepressão resultantes de um eventual regime transitório em uma tubulação, atuando como **reservatório intermediário** de nível variável em consequência do regime transitório atuante.

Logo, a **alternativa D** está **correta** e é o nosso gabarito.

As válvulas de controle são instrumentos utilizados para monitorar o fluxo, pressão, temperatura e nível dos fluidos dentro das tubulações.

As ventosas são dispositivos válvula para expulsar ar da tubulação, ou permitir sua entrada quando necessário.

A válvula de alívio de ação direta alivia sobrepressões causadas por transitórios hidráulicos, abrindo-se ao atingir certa pressão, liberando quantidade de água e fechando automaticamente. Mas também não atuam como um reservatório intermediário.

32. (VUNESP/ARSESP - 2018) São características das perdas aparentes em redes de distribuição de água:

- a) Perda de receita do prestador de serviço e necessidade de ampliação dos mananciais.
- b) Repasse dos custos para a tarifa e incitamento a roubos e fraudes por parte da população.
- c) Erros na medição e hidrômetros não calibrados.
- d) Aumento no custo da produção e desperdício do recurso hídrico.
- e) Ineficiência do prestador de serviço e desincentivo ao uso racional.

Comentários

A **alternativa A** está **errada**. A perda de receita do prestador de serviços é sim uma característica de perda aparente, mas a necessidade de ampliação dos mananciais é uma característica de perdas reais.



A **alternativa B** está correta e é o nosso gabarito. O repasse dos custos para a tarifa e indícios de fraudes são características das perdas aparentes.

A **alternativa C** foi considerada errada, pois a banca considerou que os erros na medição de hidrômetro são as próprias perdas aparentes, não características delas.

A **alternativa D** está errada, pois o desperdício de recursos hídricos é uma característica de perda real.

A **alternativa E** também está errada. A Ineficiência do prestador de serviço e desincentivo ao uso racional são características das perdas reais.

33. (VUNESP/SAAE DE BARRETOS-SP - 2018) Nos projetos de captação de água de superfície para abastecimento público, a tomada de água através de canal em cursos de água com transporte intenso de sólidos deve ter, no mínimo, um dispositivo de admissão de água para cada variação do nível do rio de

- a) 5,0 m.
- b) 4,0 m.
- c) 3,5 m.
- d) 2,5 m.
- e) 1,5 m.

Comentários

De acordo com a NBR 12.213/92, a tomada de água através de canal em cursos de água com transporte intenso de sólidos deve ter, no mínimo, um dispositivo de admissão de água para cada variação de 1,50 m do nível do rio.

Portanto, o gabarito é a **alternativa E**.

34. (INSTITUTO AOCP/ITEP – RN - 2018) A estação elevatória, que faz parte do sistema de abastecimento de água, destinada a aumentar a pressão e/ ou vazão em adutoras ou redes de distribuição de água é denominada:

- a) "booster".
- b) "increase".
- c) "growth".
- d) "intensify".
- e) "enlarge".

Comentários

Conforme vimos em aula, o "booster" é uma elevatória para reforço na adução ou para aumentar a pressão e que não possui poço de sucção. Portanto, o gabarito é a **alternativa A**.



35. (IBADE/PREFEITURA DE VILHENA – RO - 2018) Um município possui 1000 habitantes, sendo que o consumo per capita de água é de 100 l/hab.dia. Considerando os coeficientes de reforço do dia de maior consumo K₁ sendo 1,2 e o coeficiente da hora de maior consumo K₂ sendo 1,5, calcule a vazão média e a vazão de distribuição do município. Desconsidere as perdas.

- a) Vazão média 1,00 l/s e vazão de distribuição 1,80 l/s.
- b) Vazão média 2,00 l/s e vazão de distribuição 2,80 l/s.
- c) Vazão média 1,15 l/s e vazão de distribuição 2,8 l/s.
- d) Vazão média 1,50 l/s e vazão de distribuição 3,00 l/s.
- e) Vazão média 1,15 l/s e vazão de distribuição 2,08 l/s.

Comentários

A vazão média não irá considerar K₁ e K₂, enquanto a vazão de distribuição sim.

Vazão média (Q_{med}):

$$Q_{med} (L/s) = \frac{P \times q}{86.400}$$

$$Q_{med} = \frac{1.000 \text{ hab} \times 100 \frac{L}{\text{hab}} \cdot \text{dia}}{86.400 \text{ s/dia}} = 1,15 \text{ L/s}$$

Vazão de distribuição (Q_d):

$$Q_d (L/s) = \frac{P \times q \times K_1 \times K_2}{86.400}$$

$$Q_d = \frac{1.000 \text{ hab} \times 100 \frac{L}{\text{hab}} \cdot \text{dia} \times 1,2 \times 1,5}{86.400 \text{ s/dia}} = 2,08 \text{ L/s}$$

Portanto, a **alternativa E** está correta e é o nosso gabarito.

36. (FUNDATEC/PREFEITURA DE SANTA ROSA-RS - 2018) As bombas são dispositivos mecânicos que permitem aumentar a vazão e/ou pressão de líquidos em escoamento. Analise as assertivas abaixo relacionadas ao assunto:

I. A cavitação pode causar a desagregação de partículas numa bomba ou em turbinas e está geralmente associada ao escoamento permitir o atingimento da pressão de vapor.



II. A altura máxima de sucção para um mesmo equipamento varia em função da altitude em relação ao nível do mar.

III. Em sistemas de abastecimento de água, o dimensionamento de uma tubulação e de um sistema de recalque é basicamente definido por imposições econômicas.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

Comentários

A **assertiva I** está **correta**. A cavitação aparece quando a pressão do líquido atinge a tensão máxima do vapor do líquido na sua temperatura, formando-se bolhas de vapor que provocam de imediato uma diminuição da massa específica do líquido. Essas bolhas (ou cavidades) são arrastadas pelo escoamento e atingem regiões em que a pressão reinante é maior que a pressão existente na região onde elas se formaram. Essa brusca variação de pressão provoca o colapso das bolhas por um processo de implosão, processo extremamente rápido.

A **assertiva II** está **correta**. Ao nível do mar, são necessárias maiores alturas de sucção antes de começar a cavitatar devido à maior pressão atmosférica. Quanto maior for a altitude, menor a altura de sucção até se começar a observar o fenômeno da cavitação.

A **assertiva III** foi considerada **correta**, mas, ao meu ver, poderia ter sido melhor redigida. É claro que o dimensionamento de uma tubulação e do sistema de recalque vai considerar, primordialmente, a questão econômica. Mas dizer que é "basicamente definido" por isso me parece um pouco exagerado e uma forma de induzir os candidatos ao erro.

De todo modo, como não havia alternativa somente com as assertivas I e II, era possível concluir que o gabarito é a **alternativa E**.

37. (DIB/PREFEITURA DE FARROUPILHA-RS - 2018) A variação brusca de pressão em uma adutora, acima ou abaixo do valor normal de funcionamento, devido à mudança brusca de velocidade da água, chama-se golpe de aríete. Quais são as suas principais causas?

- a) Aumento do nível do reservatório devido às chuvas.
- b) Cavitação do conjunto moto bomba.
- c) Manobras bruscas em válvulas.
- d) Variação de temperatura ambiente.
- e) Evaporação da umidade.



Comentários

Durante o fechamento brusco de uma válvula, a energia cinética é transformada em pressão, que expande o tubo, e a onda de pressão propaga-se para montante da tubulação. Assim, pode-se formar o golpe de aríete, fenômeno resultante do transitório hidráulico, quando ocorre variação brusca de pressão acima ou abaixo do valor normal de funcionamento, provocando ondas de pressão que se propagam na tubulação e que sofrem reflexões no reservatório e na válvula.

Desse modo, a **alternativa C** está correta e é o nosso gabarito.

38. (AMEOSC/PREFEITURA DE PRINCESA –SC - 2018) A tubulação destinada a escoar o eventual excesso de água de reservatórios onde foi superado o nível de transbordamento, recebe o nome de:

- a) Tubulação aparente.
- b) Tubulação embutida.
- c) Tubulação de aviso.
- d) Tubulação de extravasão.

Comentários

Os reservatórios devem ser providos de extravasor com capacidade para a vazão máxima afluyente. A água de extravasão deve ser coletada por um tubo vertical (tubulação de extravasão) que descarregue livremente em uma caixa, e daí encaminhada por conduto livre a um corpo receptor adequado.

Desse modo, a **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito.

39. (AOCP/PREFEITURA DE BELÉM-PA - 2018) Qual é o tipo de rede de distribuição de água constituída apenas por tubulações interligadas em circuitos fechados?

- a) Rede malhada.
- b) Rede ramificada.
- c) Rede mista.
- d) Rede radial.
- e) Rede primária.

Comentários

A **alternativa A** está correta e é o nosso gabarito. A rede malhada consiste em tubulações interligadas em circuitos fechados (anéis ou blocos).

A **alternativa B** está errada. A rede ramificada não consiste em um circuito fechado. O escoamento vai da tubulação principal para tubulações secundárias, até as extremidades mortas ou pontas secas.



A **alternativa C** está errada. A rede mista consiste na junção da rede malhada com a rede ramificada, assim terá circuitos fechados (parte malhada) e abertos (ramificada).

As **alternativas D e E** não consistem em classificação de redes de distribuição de água, estando erradas.

40. (UFSM/2018) Um sistema de abastecimento de água engloba diversas unidades, como captação, adução, estação de tratamento, reservação, estações elevatórias e rede de distribuição. Na rede de distribuição de água, ocorre a disponibilização de água potável aos consumidores.

Considerando a norma ABNT NBR 12218/1994, é correto afirmar que:

- a) A vazão de dimensionamento deve atender a toda área a ser abastecida para um horizonte de projeto de 25 anos, atendendo aos grandes consumidores, consumidores especiais, área de expansão, prevenção contra incêndio e população flutuante.
- b) O dimensionamento e a análise do funcionamento global do sistema hidráulico devem ser realizados por simulações hidráulicas, que garantam residuais máximos de vazão e de carga piezométrica de $0,1 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ e $0,5 \text{ kPa}$, respectivamente.
- c) A pressão estática máxima nas tubulações deve ser de 400 kPa , podendo chegar a 600 kPa em regiões com topografia acidentada, e a pressão dinâmica mínima deve ser de 100 kPa e ser referenciada ao nível do terreno.
- d) Deve-se, sempre que possível, adotar as pressões estáticas entre 250 kPa e 300 kPa , com o objetivo de diminuir as perdas aparentes.
- e) O diâmetro mínimo nominal dos condutos secundários, sem exceção, deve ser de 50 mm , enquanto as velocidades mínimas devem ser inferiores a $0,30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Comentários

Vamos ignorar o fato de a questão mencionar a versão de 1994 da NBR 12.218 e vamos considerar a versão atual, de 2017.

A **alternativa A** está errada. O horizonte do estudo ou do projeto deve ser definido por critério técnico da operadora responsável pelo sistema de abastecimento de água, não sendo necessariamente de 25 anos.

A **alternativa B** está correta e é o nosso gabarito. De acordo com a NBR 12.218/2017:

5.6.6 O dimensionamento e a análise do funcionamento global do sistema hidráulico devem ser realizados por simulações hidráulicas que garantam residuais máximos de vazão e de carga piezométrica de $0,1 \text{ L/s}$ e $0,5 \text{ kPa}$, respectivamente.

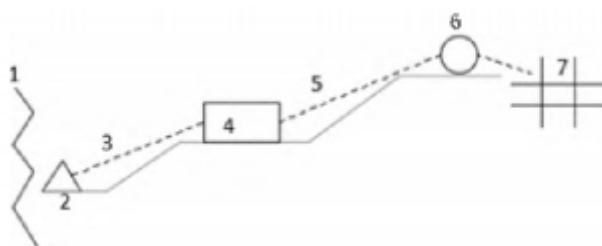
A **alternativa C** está errada. Vimos na aula que a pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 400 kPa , podendo chegar a 500 kPa em regiões com topografia acidentada. A pressão dinâmica mínima de fato deve ser de 100 kPa e ser referenciada ao nível do terreno.



A **alternativa D** está errada. Os limites máximos de pressão estática têm o objetivo de diminuir as perdas reais, que tem relação com a pressão das tubulações, não as perdas aparentes.

A **alternativa E** está errada. O diâmetro nominal mínimo dos condutores secundários é de 50 mm, mas podem ser aceitas exceções, desde que justificadas tecnicamente. Em relação à velocidade mínima, devem ser evitadas velocidades mínimas inferiores a 0,40 m/s (item 5.6.4), embora possa ser aceita exceção tecnicamente justificada.

41. (IBADE/PREFEITURA DE VILHENA-RO - 2018) O croqui abaixo representa um Sistema de Abastecimento de Água fictício. Sabe-se que o número 1 é o córrego de captação, e o número 7, as redes de distribuição de água. Dessa forma, podemos afirmar que os números do croqui correspondem às seguintes unidades do Sistema de Abastecimento de água.



- a) - Ponto de captação com elevatória de água bruta, 3 - Adutora de água Bruta, 4 - Estação de Tratamento de água com estação elevatória de água tratada, 5 - Adutora de Água Tratada, 6 - Reservatório de Água Tratada.
- b) - Reservatório de água bruta, 3 - Adutora de água Bruta, 4 - Reservatório de água tratada com elevatória de água tratada, 5 - Adutora de Água Tratada, 6 - Elevatória de Água tratada.
- c) - Gradeamento, 3 - Adutora de água Bruta, 4 - Estação de Tratamento de Água, 5 - Elevatória de água Tratada, 6 - Reservatório de Água Tratada.
- d) - Dique de contenção, 3 - Adutora de água tratada, 4 - Estação de Tratamento de água, 5 - Adutora de Água Tratada, 6 - Reservatório de Água Tratada.
- e) 2 - Ponto de captação com elevatória de água bruta, 3 - Adutora de água bruta, 4 - Reservatório de água bruta, 5 - Adutora de Água Tratada, 6 - Reservatório de Água Tratada.

Comentários

Sabemos que o número 1 é o manancial e o número 7 é a rede de distribuição.

Conforme vimos na aula, a primeira etapa do sistema de abastecimento de água é a **captação**, sendo esta é o número 2. Assim, já eliminamos as **alternativas B, C e D**.

O número 3 refere-se à adutora de água bruta, que transporta a água da captação até a estação de tratamento de água.

O número 4 refere-se à própria estação de tratamento de água.

Após o tratamento, a água é transportada por uma adutora de água tratada, representada pelo número 5.

Por fim, a água transportada vai até o reservatório de distribuição, o número 6, antes de seguir para a rede de distribuição (número 7).

Portanto, o gabarito é a **alternativa A**.

42. (FCC/SABESP - 2018) É a primeira unidade do sistema de abastecimento de água. Responsável por coletar de modo adequado a água do manancial, também chamada de água bruta. Esta afirmação refere-se a:

- a) Captação.
- b) Adutora.
- c) Rede de distribuição.
- d) Estação elevatória.
- e) Filtro.

Comentários

A primeira unidade do sistema de abastecimento de água é a captação, sendo o gabarito a **alternativa A**.

43. (CESGRANRIO/2018) Um dos componentes de um sistema de abastecimento de água é o reservatório de distribuição. Esses reservatórios são estruturas hidráulicas de armazenamento, posicionadas na transição entre a adução e a distribuição, com a finalidade de atender às variações do consumo.

Um medidor de vazão, instalado na saída do reservatório de distribuição de água de uma cidade, registrou, durante um período de 24 h do dia de maior consumo, as sucessivas vazões apresentadas na Tabela abaixo.

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vazão (L/s)	490	470	455	435	405	390	420	455	485	495	540	600
Hora	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Vazão (L/s)	550	525	500	495	510	530	495	470	455	440	450	460

A vazão média desse dia de maior consumo é de 480 L/s.

O consumo de água varia ao longo das horas do dia, apresentando valores distintos de pique de vazões horárias consumidas. Em geral, esse consumo é maior nos horários de refeições e menor no início da madrugada. Existe uma determinada hora do dia em que a vazão de consumo é máxima. Para contabilizar essa variação horária no dimensionamento de sistemas de abastecimento, é utilizado o coeficiente da hora de maior consumo (K₂).



Baseando-se nos dados da Tabela, verifica-se que o coeficiente da hora de maior consumo, (K₂), usado no dimensionamento do sistema de abastecimento, é:

- a) 1,10
- b) 1,15
- c) 1,20
- d) 1,25
- e) 1,30

Comentários

A **variação horária** representa a relação entre a maior vazão horária observada num dia e a vazão média horária do mesmo dia, definindo o coeficiente da hora de maior consumo (K₂):

$$K_2 = \frac{\text{maior vazão horária no dia}}{\text{vazão média do dia}}$$

Então:

$$K_2 = \frac{600}{480} = 1,25$$

Assim, o gabarito é a **alternativa D**.

44. (FEPESE/VISAN-SC - 2018) Algumas definições são importantes para o entendimento das etapas, processos e demais assuntos relativos ao tratamento de água. Neste contexto:

1. Captação de água refere-se ao local de tomada de água do manancial e compreende a primeira unidade do sistema de abastecimento.
2. A adutora de água bruta transporta a água da Estação de Tratamento (ETA) aos reservatórios de distribuição.
3. O manancial subterrâneo compreende a água captada de diferentes cursos d'água, tendo como característica o espelho d'água na superfície do terreno.

Assinale a alternativa que indica todas as afirmativas corretas.

- a) É correta apenas a afirmativa 1.
- b) São corretas apenas as afirmativas 1 e 2.
- c) São corretas apenas as afirmativas 1 e 3.
- d) São corretas apenas as afirmativas 2 e 3.
- e) São corretas as afirmativas 1, 2 e 3.



Comentários

A **assertiva 1** está **correta**. A captação é de fato a primeira unidade do sistema de abastecimento de água e refere-se ao local de tomada de água do manancial.

A **assertiva 2** está **errada**. A adutora de água bruta transporta a água da captação até a estação de tratamento. É a adutora de água tratada que transporta da ETA até os reservatórios.

A **assertiva 3** está **errada**. O manancial subterrâneo refere-se à captação no manancial subterrâneo, não em "diferentes cursos de água", não apresentando também o espelho de água na superfície do terreno.

Portanto, é correta apenas a afirmativa 1, sendo **alternativa A** o nosso gabarito.

45. (FGV/MPE-BA - 2017) Em um projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público, o volume compreendido entre os níveis máximo e mínimo, para atender às variações diárias de consumo é:

- a) A reservação total;
- b) A medida de fluxo;
- c) O volume útil;
- d) O nível de operação;
- e) A vazão de estabilidade.

Comentários

De acordo com a NBR 12.217/94, o volume compreendido entre os níveis máximo e mínimo para atender às variações diárias de consumo é o volume útil, sendo o gabarito é a **alternativa C**.

46. (FGV/MPE-BA - 2017) Segundo a norma NBR 12.217, em projetos de reservatório de distribuição de água para abastecimento público, a água de extravasão deve ser coletada por um tubo. Esse tubo descarrega livremente em uma caixa, e daí a água é encaminhada por conduto livre a um corpo receptor adequado.

Trata-se de um tubo:

- a) Vertical;
- b) Com inclinação de 15°;
- c) Com inclinação de 30°;
- d) Com inclinação de 45°;
- e) Horizontal.

Comentários



De acordo com a NBR 12.217/1994, a água de extravasão deve ser coletada por um **tubo vertical** que descarregue livremente em uma caixa, e daí encaminhada por conduto livre a um corpo receptor adequado.

Desse modo, o gabarito é a **alternativa A**.

47. (CONSULPLAN/TRF-2 - 2017) Bombas hidráulicas recebem o trabalho mecânico e o transformam em energia hidráulica. Em geral, elas podem ser associadas em série ou paralelo, dependendo das características desejadas para o sistema. Assinale a alternativa correta sobre a associação de bombas.

a) A associação de bombas em série é muito usada em abastecimento de água de cidades (sistema de distribuição de água) e de indústrias.

b) Na ausência de bombas que possam atender, isoladamente, à vazão demandada pelo sistema, utiliza-se a associação de bombas hidráulicas em série.

c) A associação em paralelo é adequada quando a altura manométrica é muito elevada, sendo utilizada apenas quando esta altura não é alcançada por bombas de múltiplo estágio.

d) Para obter a curva característica das bombas associadas em paralelo, as vazões somam-se para a mesma altura manométrica. Para bombas associadas em série, as alturas que se somam para a mesma vazão.

Comentários

A **alternativa A** está errada. Normalmente, é mais comum a associação em paralelo.

A **alternativa B** está errada. Na ausência de bombas que possam atender, isoladamente, à vazão demandada pelo sistema, utiliza-se a associação de bombas hidráulicas em paralelo.

A **alternativa C** está errada. É a associação em série que é adequada quando a altura manométrica é muito elevada, sendo utilizada apenas quando esta altura não é alcançada por bombas de múltiplo estágio.

A **alternativa D** está correta. A curva combinada das bombas em paralelo é obtida pela soma de suas respectivas vazões correspondentes à mesma altura das bombas. Para bombas associadas em série, as alturas que se somam para a mesma vazão.

48. (IF-TO - 2016) Avalie as afirmativas a seguir:

I. O Booster na distribuição de água é instalado em uma tubulação com o objetivo de aumentar a pressão à jusante, auxiliando o escoamento e procurando manter a pressão constante em toda a rede de distribuição de água.

II. as válvulas de retenção são empregadas para evitar o fluxo contínuo em sistemas adutores, servindo também para o controle de vazão.

III. De acordo com a disposição das canalizações principais e o sentido de escoamento nas tubulações secundárias, as redes de distribuição de água são classificadas como: ramificadas, malhadas e mistas.



Assinale a alternativa que apresenta a (s) afirmativa (s) correta (s).

- a) II e III
- b) I e II
- c) II
- d) I e III
- e) I

Comentários

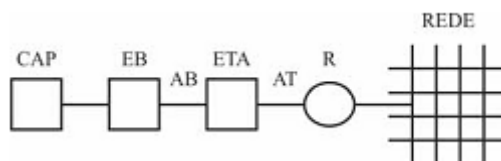
A **assertiva I** está correta. Essa é exatamente a definição de *booster*.

A **assertiva II** está errada, pois a válvula de retenção não se presta ao controle de vazão. Ela é instalada na saída das bombas e permite apenas o escoamento do fluxo em uma direção, destinando-se à proteção das instalações de recalque contra o refluxo de água. Quando uma elevatória é desligada por falta de energia, por exemplo, a válvula de retenção evita o retorno da água contida na adutora.

A **assertiva III** está correta. Conforme estudamos, há três tipos básicos de redes que podemos encontrar, de acordo com a disposição das canalizações principais e o sentido de escoamento nas tubulações secundárias: rede ramificada, rede malhada e rede mista.

Portanto, o gabarito é a **alternativa D**.

49. (CEBRASPE/FUB - 2015) A figura apresentada ilustra a configuração de um sistema de abastecimento de água, que pode ser utilizado para o bombeamento da água de mananciais. A respeito desse sistema e das normas para implantação de sistemas de abastecimento de água e considerando que as siglas apresentadas na figura referem-se a captação (CAP); estação de bombeamento (EB); adução de água bruta (AB); unidade de tratamento (ETA); adução de água tratada (AT); reservatório de distribuição (R); e rede de abastecimento (REDE), julgue o item que se segue.



Para que a rede de abastecimento do sistema em questão atenda adequadamente à demanda, devem ser incluídos no cálculo da população a ser abastecida os estabelecimentos comerciais, públicos e industriais que se situem no interior dessa área e que sejam considerados consumidores especiais.

Comentários

A assertiva está correta. É evidente que a vazão de dimensionamento deve considerar consumidores especiais, indústrias e estabelecimentos que tenham um consumo de água maior, de modo que não haja subdimensionamento.



50. (FGV/PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS-SC - 2014) A orientação técnica para o dimensionamento de reservatório de distribuição de água para o abastecimento público é dada pela NBR/ABNT 12.217/1994. De acordo com essa norma, o volume necessário para atender às variações de consumo deve ser avaliado a partir de dados do consumo:

- a) Semanal e do regime previsto de alimentação do reservatório, aplicando-se um fator de 1,2;
- b) Anual e do regime previsto de alimentação do reservatório, aplicando-se um fator de 1,2;
- c) Diário e do regime previsto de alimentação do reservatório, aplicando-se um fator de 1,2;
- d) Do horário de pico e do regime previsto de alimentação do reservatório, aplicando-se um fator de 1,2;
- e) Mensal e do regime previsto de alimentação do reservatório, aplicando-se um fator de 1,2.

Comentários

De acordo com a NBR 12.217/1994, o volume necessário para atender às **variações de consumo** deve ser avaliado a partir de dados de **consumo diário** e do regime previsto de alimentação do reservatório, aplicando-se o **fator 1,2** ao volume assim calculado, para levar em conta incertezas dos dados utilizados.

Portanto, o gabarito é a **alternativa C**.

51. (FGV/AL-MA - 2013) No projeto de um sistema de abastecimento de água de uma adutora de recalque, o engenheiro chegou à conclusão, na análise econômica por Bresser, de que a velocidade da linha de recalque deveria ser de 1,1 m/s.

Sabendo que a vazão a ser fornecida pelas bombas é de 775 m³/h, assinale a alternativa que indica o diâmetro comercial da adutora de recalque (mais econômico) que deve ser usado sem que seja necessário aumentar a potência das bombas

- a) 350 mm
- b) 400 mm.
- c) 450 mm.
- d) 500 mm.
- e) 550 mm.

Comentários

Primeiramente, vamos converter a vazão de m³/h para m³/s:

$$Q = 775 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 0,215 \text{ m}^3/\text{s}$$

Em seguida, aplicamos a equação da continuidade:



$$Q = V \times A$$

$$Q = V \times \pi \times \frac{D^2}{4}$$

$$0,215 = 1,1 \times \pi \times \frac{D^2}{4}$$

$$0,215 \times 4 = 1,1 \times \pi \times D^2$$

$$\frac{0,215 \times 4}{1,1 \times 3,14} = D^2$$

$$0,25 = D^2$$

$$\sqrt{0,25} = D$$

$$D = 0,05 \text{ m} = 500 \text{ mm}$$

Portanto, o gabarito é a **alternativa D**.

52. (CEBRASPE/ANTT - 2013) Acerca dos sistemas de abastecimento de água, julgue o item subsequente.

Um sistema de abastecimento de água é formado pelo manancial, pela captação e adução, pelo tratamento e pelo reservatório e rede de distribuição.

Comentários

A primeira etapa é a captação de água bruta (podendo ser superficial ou subterrânea), seguida pela estação elevatória de água bruta, responsável por bombear a água para a adutora de água bruta.

Por meio da adutora, a água chega à estação de tratamento de água (ETA) para passar pelo processo de tratamento e, em seguida, segue para o reservatório de abastecimento.

A última etapa do processo é a rede de distribuição, responsável pela chegada de água tratada para o abastecimento de cidades e núcleos populacionais.

Desse modo, as etapas mencionadas na questão estão corretas, assim como a questão.

53. (CEBRASPE/TRT-17 - 2013) Julgue o item seguinte, a respeito do tratamento, reservação e distribuição de águas.



A menor subdivisão da rede de distribuição de água é o setor de manobra, cujo abastecimento pode ser isolado, sem afetar o fornecimento de água do restante da rede, recomendando-se o menor número possível de válvulas.

Comentários

A assertiva está correta. De acordo com a NBR 12.218/2017, o **setor de manobra** a subdivisão da rede de distribuição, cujo fluxo de água pode ser isolado ou direcionado para permitir manutenções e/ou intervenções, mantendo o abastecimento do restante da rede.

- 54. (CEBRASPE/ABIN - 2010) O abastecimento de água é a parte do saneamento básico que inclui as atividades, a infraestrutura e as instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e os respectivos instrumentos de medição. Acerca dos sistemas, métodos e processos de abastecimento, tratamento, reservação e distribuição de águas, julgue os itens a seguir.**

Em um sistema de recalque, a queda de rendimento da bomba, os ruídos e as vibrações podem ser indicativos da ocorrência de cavitação.

Comentários

A cavitação aparece quando a pressão do líquido atinge a tensão máxima do vapor do líquido na sua temperatura, formando-se bolhas de vapor que provocam de imediato uma diminuição da massa específica do líquido. Os ruídos e vibrações são justamente o colapso das bolhas por um processo de implosão.

Quando o colapso da bolha ocorre em contato com a superfície sólida, como o rotor da bomba, uma pequena área desta superfície é momentaneamente exposta a uma tensão de tração extremamente elevada. Esse efeito, sendo repetido continuamente por inúmeras bolhas, provoca um processo erosivo por martelagem na superfície metálica.

Assim, a assertiva está correta.

- 55. (CEBRASPE/EMBASA - 2010) Os sistemas de abastecimento de água são concebidos para extrair água da natureza, adequar a sua qualidade aos usos a que ela se destina e fornecê-la à população conforme sua necessidade. A respeito do funcionamento das estruturas que compõem um sistema de abastecimento de água, julgue o próximo item.**

Comparando os arranjos de bombas em um sistema de bombeamento em série e em paralelo, é correto afirmar que o arranjo em série permite um fluxo maior de água, enquanto que o paralelo fornece melhor rendimento do sistema.

Comentários

Arranjos em série permitem maior rendimento do sistema, pois a associação das bombas em série atinge uma altura manométrica maior. Já os arranjos em paralelo são os fornecem um fluxo maior de água, porque permitem atingir vazões de demanda maiores.



Assim, a assertiva está errada.

56. (CEBRASPE/TCU - 2009) No dimensionamento das adutoras, a vazão é condicionada, entre outros aspectos, pelo consumo de água da população e pela posição dos reservatórios em relação à adutora considerada.

Comentários

A assertiva está correta. A vazão de uma adutora dependerá do consumo daquela população e da posição dos reservatórios, que pode influenciar na perda de carga vazão de pressão, por exemplo.



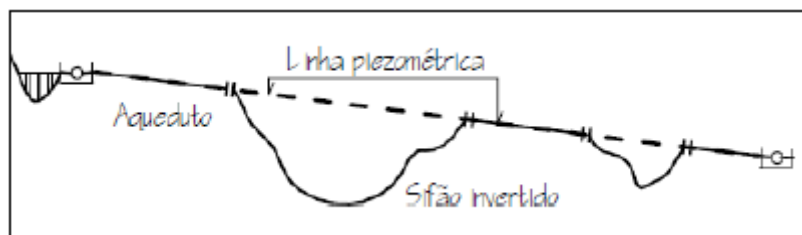
LISTA DE QUESTÕES



1. (VUNESP/SAMAE DE PIRACICABA/SP - 2021) Quando uma elevatória é desligada por falta de energia para evitar o retorno da água contida em uma adutora deve ser utilizada uma válvula:
 - a) Redutora de pressão.
 - b) De retenção.
 - c) De gaveta.
 - d) Guilhotina.
 - e) De alívio.

2. (IESES/PREFEITURA DE PALHOÇA-SC - 2021) O sistema de água, formado desde a captação de água bruta até a distribuição de água potável, é constituído por várias etapas. Em relação a etapa de adução, leia atentamente as alternativas a seguir:
 - I. As adutoras são canalizações água entre as unidades do sistema, que precedem a rede de distribuição. Não possuem derivações para alimentarem distribuidores de rua ou ramais prediais.
 - II. As válvulas de redução de pressão são peças colocadas nos pontos elevados da tubulação de modo a expulsar, durante o enchimento da adutora, o ar que normalmente se acumula nesses pontos. Deixam também penetrar o ar, quando a tubulação está sendo esvaziada, de modo a se evitar a ocorrência de pressões internas negativas, podendo originar o colapso ou achatamento ou ovalização das tubulações, bem como a possibilidade de entrada de líquido externo devido a defeitos provocados nas tubulações ou através das juntas.
 - III. No dimensionamento de uma adutora por recalque, os parâmetros a serem considerados são a vazão de adução (Q), o comprimento da adutora (L), o desnível a ser vencido (ΔH), o material do conduto e seu coeficiente C. Procura-se determinar o diâmetro (D) da linha e a potência (P) da bomba, que vai gerar a pressão necessária para vencer o desnível indicado, à vazão desejada.
 - IV. Pode-se afirmar que o esquema abaixo refere-se a uma adutora mista com trechos por recalque e trechos por gravidade. Os trechos em condutos livres formam os aquedutos e os trechos em condutos forçados formam os sifões invertidos.





A sequência de afirmativas INCORRETAS é:

- a) Apenas as alternativas II, III e IV estão incorretas.
- b) Apenas as alternativas I e III estão incorretas.
- c) Apenas as alternativas II e IV estão incorretas.
- d) Apenas as alternativas I, II e III estão incorretas.

3. (IESES/PREFEITURA DE PALHOÇA – SC - 2021) Sobre o dimensionamento de rede ramificada de distribuição de água, leia atentamente as alternativas a seguir:

I. A vazão de distribuição é dada pela multiplicação do coeficiente do dia de maior consumo (k_1); do coeficiente da hora de maior consumo (k_2); da população final para a área a ser abastecida; e do consumo per capita final de água.

II. Segundo a norma 12.218/2017 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público – o diâmetro mínimo dos condutos secundários é de 75 mm. Exceção pode ser aceita, desde que tecnicamente justificada.

III. A taxa de consumo linear, relativa à extensão da rede, é dada por meio da divisão da vazão de distribuição pela área total coberta pela rede.

IV. A vazão fictícia calculada para cada trecho é dada pela soma da vazão de montante e de jusante, dividida por dois.

A sequência de afirmativas corretas é:

- a) Apenas as alternativas I, II e IV estão corretas.
- b) Apenas as alternativas II, III e IV estão corretas.
- c) Apenas as alternativas I e II estão corretas.
- d) Apenas as alternativas I e IV estão corretas.

4. (VUNESP/PREFEITURA DE ILHABELA-SP - 2020) O conjunto de encanamentos, peças especiais e obras de arte destinado a promover o transporte da água em um sistema de abastecimento é chamado de adução, sendo classificado de acordo com:

- a) A energia de movimentação do líquido: gravidade, recalque e mista.

- b) O modo de escoamento do líquido: bruto, forçado e misto tratado.
- c) A natureza da água: bruta, tratada, industrial, residencial, hospitalar e esgoto.
- d) Os benefícios esperados: produtividade e velocidade.
- e) A infraestrutura presente: caixas de água e sistemas de válvulas.

5. (VUNESP/PREFEITURA DE ILHABELA-SP - 2020) Uma adutora é uma estrutura que faz parte da rede de abastecimento de água e tem como objetivo transportar água que esteja em um reservatório até o local onde vai ocorrer o seu tratamento, ou deste até os reservatórios de distribuição.

Assinale a alternativa que designa, corretamente, o tipo de adutora de acordo com:

- a) A energia utilizada para o escoamento da água: sistema com reservatório de distribuição.
- b) A natureza da água transportada: adutora em conduto livre.
- c) A vazão: adutora por recalque.
- d) A origem da água: adutora de mananciais subterrâneos.
- e) O modo de escoamento: adutora em conduto forçado.

6. (UFU-MG/2020) O estudo de concepção de sistemas de abastecimento de água contempla várias atividades a serem desenvolvidas tais como: caracterização da área de estudo, análise dos sistemas de abastecimento já existentes, pré-dimensionamento das unidades dos sistemas considerados nos estudos, estudos e escolha de mananciais, demanda de água, dentre outras.

Sobre essas atividades, assinale a alternativa INCORRETA.

- a) Na análise dos sistemas de abastecimento de água já existentes, devem ser contempladas exclusivamente avaliações sobre área e população atendida.
- b) O estudo da demanda de água é realizado a partir da análise do consumo e de sua distribuição nas categorias residencial, comercial, pública, industrial e especial.
- c) Na caracterização da área de estudo, são consideradas as características físicas da área, o uso e a ocupação do solo da região da área, os aspectos socioeconômicos e os sistemas de infraestrutura e condições sanitárias da região.
- d) Captação, estação elevatória, linhas de recalque, adutoras, estação de tratamento de água, reservatórios e rede de distribuição são unidades de um sistema de abastecimento de água a serem pré-dimensionadas para seleção do sistema adequado.

7. (FUNDATEC/PREFEITURA DE PANAMBI-RS - 2020) Para realizar o projeto de adutoras de água utilizando condutos forçados, a ABNT NBR 12215-1:2017 estabelece uma série de critérios e requisitos. Sobre as diretrizes de velocidade máxima e velocidade mínima, assinale a alternativa INCORRETA.



- a) Para adutoras de água bruta, a velocidade mínima deverá ser maior que para adutoras de água tratada, podendo haver exceções, desde que tecnicamente justificadas.
- b) As velocidades máximas de dimensionamento não podem ultrapassar os 3 m/s na tubulação, não podendo haver qualquer exceção neste caso.
- c) No dimensionamento, deve-se buscar redução nos ruídos gerados.
- d) A velocidade máxima deve gerar o menor desgaste possível da tubulação, peças e acessórios.
- e) As perdas de carga devem proporcionar o menor consumo de energia elétrica possível, portanto elas devem ser limitadas.

8. (FUNDATEC/PREFEITURA DE SANTO AUGUSTO-RS - 2020) A partir das especificações e das recomendações da ABNT NBR 12218/2017 acerca dos projetos de rede de distribuição de água para abastecimento público, analise as assertivas abaixo e assinale V, se verdadeiras, ou F, se falsas.

() Deve ser prevista válvula de descarga nos pontos altos da rede, com indicação em projeto do ponto de lançamento da água de descarga.

() A pressão dinâmica é a pressão em determinado ponto, referenciada ao nível do terreno, sob condição de consumo.

() A rede malhada é a rede em que a tubulação principal alimenta tubulações secundárias, não formando circuitos fechados.

A ordem correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é:

- a) F – F – V.
- b) F – V – V.
- c) F – V – F.
- d) V – V – V.
- e) V – F – F.

9. (AMEOSC/PREFEITURA DE PALMA SOLA-SC - 2020) Rede de distribuição de água é a unidade do sistema de abastecimento que conduz água para os pontos de consumo (prédio, indústrias etc). Podem ser do tipo ramificadas, malhadas e mistas. Assinale a alternativa que corresponde a um tipo de rede de distribuição ramificada:

- a) Uma eventual interrupção no conduto mestre não causará transtornos, pois a água escoará em direção contrária à anterior para atender a nova situação criada pela interrupção.
- b) É o tipo utilizado para pequenas cidades do interior.
- c) Possui anéis e trechos ramificados
- d) Não se pode estabelecer a priori o sentido de escoamento da água.



10. (AMEOSC/PREFEITURA DE PALMA SOLA-SC - 2020) Em relação à captação em cursos d'água, a avaliação pode ocorrer de caso a caso, ocasionando diversas variações no projeto, como:

- I. Nem sempre há necessidade do desarenador;**
- II. Na elevatória as bombas podem ter eixo horizontal ou vertical, podem ser afogadas ou não;**
- III. A tomada de água pode ser feita com canais (condutos livres) ou tubulação (condutos forçados)**

Dos itens acima, podemos dizer que:

- a) Apenas o item I está correto.
- b) Apenas o item III está correto.
- c) Apenas os itens I e II estão corretos.
- d) Todos os itens estão corretos.

11. (CEBRASPE/TCE-RO - 2019) Nos sistemas de abastecimento de água:

- a) A captação com barragem de nível é dimensionada para manter a vazão de captação constante ao longo do tempo.
- b) A linha piezométrica corta a linha da tubulação nas adutoras projetadas para funcionar por gravidade.
- c) As bombas centrífugas são adequadas para alturas geométricas de sucção superiores a 20 metros
- d) O reservatório elevado pode ser instalado à jusante da rede de distribuição.
- e) O caminho do fluxo da água em qualquer ponto da tubulação, nas redes de distribuição do tipo malhada em anéis, é único e constante.

12. (CEBRASPE/PGE-PE - 2019) A captação de água tem por finalidade criar condições para que a água seja retirada de um manancial abastecedor em quantidade suficiente para atender o consumo e em qualidade que dispense tratamentos ou os reduza ao mínimo possível. A respeito de obras de saneamento relacionadas a esse assunto, julgue o item que se segue.

Em córregos e rios, recomenda-se que a tubulação de tomada esteja localizada na cota mínima desses cursos d'água, para favorecer a eficiência da bomba de captação.

13. (FCC/SANASA CAMPINAS - 2019) Sendo as válvulas componentes de grande importância nos sistemas de abastecimento de água, dentre os principais tipos existentes, a válvula de pé com crivo destaca-se por normalmente ser:

- a) Também chamada de registro de crivo, é largamente utilizada nos sistemas de abastecimento de água, sendo caracterizada pelo movimento retilíneo e alternativo de uma peça de vedação ao longo de uma sede ou crivo.



- b) Instalada na entrada da tubulação de sucção da bomba, com a finalidade de impedir o retrocesso da água quando cessa o bombeamento, também pode impedir o acesso de corpos estranhos, contribuindo para não ocorrerem danos.
- c) Utilizada em locais de menor fiscalização, na configuração de montagem com cabeçote, pois, somente pode ser manobrada empregando-se uma chave T, o que dificulta sua movimentação por pessoas estranhas.
- d) Destinada a regular a vazão da água, mesmo variando a carga disponível que provoca o escoamento, sendo provida de um disco com rotação máxima de 90 graus e dois flanges, através dos quais se adaptam à canalização.
- e) Uma válvula inteligente que opera hidráulicamente, destinada a diversos tipos de controles hidráulicos, sendo frequentemente utilizada para regulação do fluxo em controle contínuo de abertura e fechamento.

14. (UDESC/IMA-SC - 2019) O sistema abastecimento de água em quantidade e qualidade adequadas desempenha papel de importância para a saúde e ao desenvolvimento econômico de uma região. Para o planejamento e gerenciamento dos sistemas, a previsão do consumo de água é um fator fundamental para o dimensionamento de tubulações, estruturas e equipamentos.

Com relação ao consumo de água, analise as proposições.

I. Em um sistema de abastecimento de água, a quantidade de água consumida varia em função de alguns fatores, como por exemplo: condições climáticas, medição de água, preço da água e hábitos de vida da população.

II. A relação entre o maior consumo diário verificado no período de um ano e o consumo médio diário neste mesmo período, considerando-se sempre as mesmas ligações, fornece o coeficiente da hora de maior consumo.

III. O consumo efetivo per capita de água é uma relação entre o volume de água produzido pela estação de tratamento de água e a quantidade de pessoas atendidas.

IV. O consumo per capita de água pode ser calculado em função do consumo efetivo per capita e o índice de perdas de água do sistema de abastecimento.

V. Como exemplos de métodos para determinação do consumo de água em um setor de abastecimento, podemos citar a leitura de hidrômetros e a leitura do macromedidor instalado na saída do reservatório.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I e IV são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas I e V são verdadeiras



e) Somente as afirmativas I, IV e V são verdadeiras.

15. (UDESC/IMA-SC - 2019) Os reservatórios de distribuição de água possuem como principais finalidades a regularização da vazão de água, a segurança no abastecimento, suprir vazões extras para combate a incêndio e a regularização de pressões.

Com relação aos reservatórios de distribuição de água analise as proposições e assinale (V) para verdadeira e (F) para falsa.

() Com relação à posição do reservatório em relação ao sistema de distribuição, os reservatórios podem ser classificados em reservatório de jusante, reservatório de montante ou reservatório de posição intermediária.

() A determinação do volume útil do reservatório somente pode ser determinada quando estiver disponível a curva de consumo de água do sistema de abastecimento.

() A formação de vórtice em um reservatório pode ser evitada quando utiliza-se uma submersão mínima adequada na saída de água deste reservatório.

() O volume nominal de um reservatório corresponde ao volume compreendido entre os níveis do reservatório, máximo para que haja tempo hábil de manobra e mínimo para que não haja formação de vórtice.

() Devido à oscilação da lâmina de água no reservatório, é necessária abertura de ventilação para a saída ou entrada de ar.

Assinale a alternativa correta, de cima para baixo.

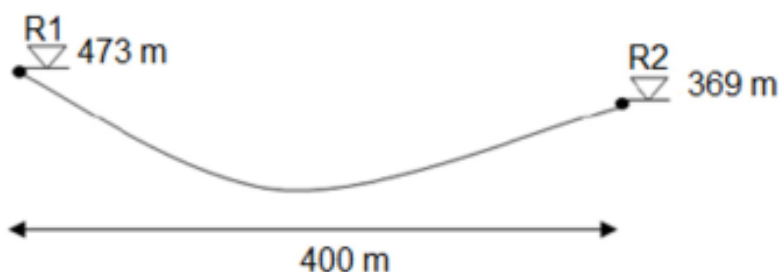
- a) V – F – V – F – V
- b) F – V – V – F – F
- c) V – F – F – V – F
- d) F – V – V – F – V
- e) V – V – F – V – V

16. (INSTITUTO AOCP/PREFEITURA DE SÃO BENTO DO SUL-SC - 2019) O reservatório que sempre fornece água à rede de distribuição é o reservatório:

- a) apoiado.
- b) de sobra.
- c) de jusante.
- d) de montante.



17. (INSTITUTO AOCP/PREFEITURA DE SÃO BENTO DO SUL-SC - 2019) Dentro da rede de abastecimento de água, a área abrangida por uma subdivisão da rede, na qual as pressões estática e dinâmica obedecem a limites prefixados, corresponde
- a) Ao setor de manobra.
 - b) Ao setor de medição.
 - c) À zona de pressão.
 - d) À área de macromedição.
18. (INSTITUTO AOCP/PC-ES - 2019) Água é aduzida em uma vazão de 20 L/s entre dois reservatórios, R1 e R2, ambos abertos para a atmosfera. A seguinte figura ilustra a distância entre esses reservatórios, bem como as cotas do nível de água em cada um deles.



A tabela a seguir apresenta as perdas de carga para adução em tubulações, de um mesmo material, com diferentes diâmetros.

Diâmetro (mm)	250	200	150	100	50
Perda de carga (m/100 m)	104	52	26	19	13

Com base nessas informações, é correto afirmar que o diâmetro da adutora, em mm, é igual a

- a) 250.
 - b) 200.
 - c) 150.
 - d) 100.
 - e) 50.
19. (IPEFAE/PREFEITURA DE SÃO JOÃO DA BOA VISTA – SP - 2019) Analise as seguintes afirmações sobre abastecimento de água potável:



I. O coeficiente do dia de maior consumo deve ser considerado no cálculo da vazão e, consequentemente, no dimensionamento da tubulação de distribuição apenas do trecho final que serve aos consumidores finais.

II. O coeficiente da hora de maior consumo deve ser considerado no cálculo da vazão e, consequentemente, no dimensionamento da tubulação de distribuição do trecho final que serve aos consumidores finais e no dimensionamento do reservatório.

III. No dimensionamento de tubulações a água consumida no tratamento e limpeza dos filtros deve ser considerada a partir da captação de água.

Destas afirmações depreende-se que:

- a) Apenas a afirmação III está correta.
- b) Apenas as afirmações II e III estão corretas.
- c) Apenas as afirmações I e III estão corretas.
- d) As afirmações I, II e III estão corretas.

20. (IBADE/PREFEITURA DE SERINGUEIRAS – RO - 2019) O local da captação escolhido para o abastecimento de água de uma localidade deve atender às seguintes condições gerais:

- a) Situar-se a jusante de focos de poluição, e interferências antrópicas.
- b) Evitar a implantação no trecho reto do curso d'água.
- c) Situar-se em ponto da margem interna no manancial, evitando assim o acúmulo de sedimentos.
- d) Situar-se em ponto que garanta a vazão demandada pelo sistema e a vazão residual estabelecida pelo órgão de gestão das águas.
- e) Permitir o máximo de alterações no curso d'água em decorrência da implantação das estruturas e dispositivos de captação.

21. (QUADRIX/PREFEITURA DE JATAÍ - 2019) O sistema de abastecimento de água é constituído por diversas partes. A parte que permite o uso de materiais como concreto, ferro fundido e aço e que é responsável por conduzir a água das fontes naturais às estações de tratamento e destas aos reservatórios de distribuição é conhecida como:

- a) Captação.
- b) Adução.
- c) Reservação
- d) Distribuição.
- e) Tratamento.



22. (FUNDATEC/PREFEITURA DE VILA LÂNGARO-ES - 2019) Fenômeno resultante do transitório hidráulico, quando ocorre variação brusca de pressão acima ou abaixo do valor normal de funcionamento”. De acordo com a ABNT NBR 12218/2017 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público, esta afirmação se refere:

- a) à subpressão.
- b) à zona de pressão.
- c) à pressão de serviço.
- d) à sobrepressão.
- e) ao golpe de aríete.

23. (FUNDATEC/PREFEITURA DE FORMOSA DO SUL-SC - 2019) Um dos principais componentes de sistemas de abastecimento de água potável são as adutoras por recalque. Essas adutoras conduzem água geralmente para um local mais elevado ou local cujo desnível, em relação à tomada da adutora, seja pequeno e não suficiente para promover o escoamento com a vazão requerida. Nesses casos, a energia é fornecida ao líquido por meio das estações elevatórias.

Conforme a ABNT NBR 12215-1:2017 – Projeto de adutora de água – Parte 1: Conduto forçado, assinale a alternativa INCORRETA.

- a) A cavitação é a vaporização parcial ou completa da água que ocorre em um líquido confinado, resultante de ocorrência de pressões abaixo da sua pressão de vapor.
- b) A chaminé de equilíbrio é uma estrutura destinada a amortecer as ondas de subpressão ou sobrepressão resultantes de um eventual regime transitório em uma tubulação.
- c) O volante de inércia é um dispositivo acoplado ao eixo da bomba para aumentar o momento de inércia do conjunto girante, reduzindo a taxa de variação de rotação do conjunto motor-bomba por ocasião do seu desligamento.
- d) A pressão de serviço é a pressão atuante nos componentes do sistema quando da ocorrência do regime hidráulico permanente.
- e) O diâmetro externo das adutoras (DE) é a maior dimensão medida na seção transversal da tubulação e o diâmetro nominal (DN) é o diâmetro que deve ser utilizado para fins de cálculo.

24. (INSTITUTO EXCELÊNCIA/DEMSUR - 2019) O conjunto de trechos que forma um circuito fechado dentro de um sistema de distribuição de água denomina-se:

- a) Nó.
- b) Trecho.
- c) Malha.
- d) Nenhuma das alternativas.



25. (FEPESE/PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS-SC - 2019) Considere as afirmativas abaixo em relação ao sistema de abastecimento de água.

1. O consumo per capita é um parâmetro bastante variável entre diferentes localidades brasileiras e depende de diversos fatores, como: hábitos de higiene da comunidade, quantidade de micromedicação do sistema de abastecimento de água, a fartura ou escassez de mananciais, a intermitência ou regularidade de abastecimento, entre outros.
2. Zonas de pressão em redes de distribuição são cada uma das partes em que a rede é subdividida, com o objetivo de impedir que as pressões, dinâmica mínima e estática máxima, ultrapassem os limites recomendados e preestabelecidos.
3. Em um sistema de distribuição de água, designa-se como área de pressão o local em que a característica de ocupação o torna distinto das áreas vizinhas em relação ao tipo de consumidor predominante e à pressão estática máxima, permitida em tubulações de 80 m.c.a.

Assinale a alternativa que indica todas as afirmativas corretas.

- a) É correta apenas a afirmativa 1.
- b) É correta apenas a afirmativa 2.
- c) São corretas apenas as afirmativas 1 e 2.
- d) São corretas apenas as afirmativas 2 e 3.
- e) São corretas as afirmativas 1, 2 e 3.

26. (FEPESE/SANEFRAI - 2019) O conjunto de instalações e equipamentos de bombeamento, destinados a transportar a água a pontos mais distantes ou mais elevados, é chamado de:

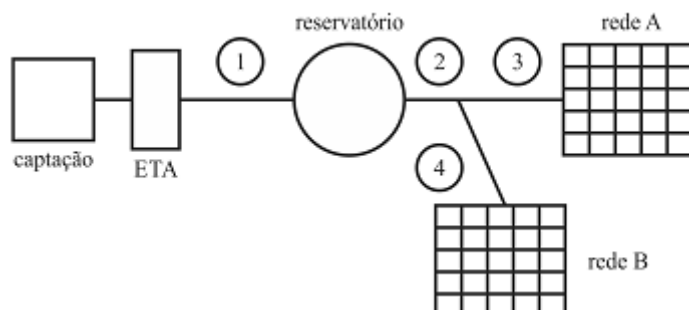
- a) Rede de distribuição.
- b) Reservatório.
- c) Adutora.
- d) Estação elevatória.
- e) Estação de tratamento.

27. (FEPESE/SANEFRAI - 2019) Vazamentos na estrutura do cavalete são denominados:

- a) Vazamentos tubulares.
- b) Vazamentos semivisíveis.
- c) Vazamentos de conexão
- d) Vazamentos ocultos.
- e) Vazamentos visíveis.



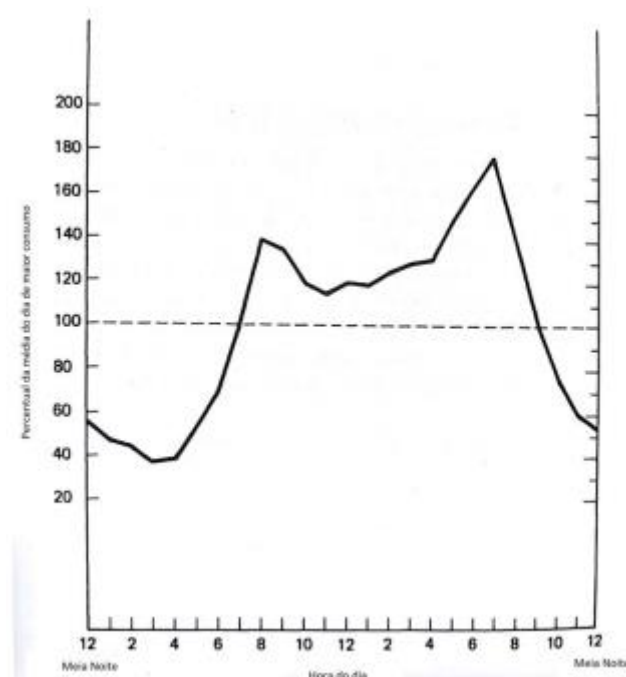
28. (CEBRASPE/TCM-BA - 2018) Um sistema de abastecimento está sendo projetado para atender duas redes (A e B). O sistema, representado na figura a seguir, conta com um reservatório para regularização das vazões. A vazão média requerida para o sistema é de 200 L/s, sendo 100 L/s para cada rede. Os coeficientes do dia de maior consumo e hora de maior consumo são, respectivamente, 1,2 e 1,5.



Nessa situação hipotética, as vazões de projeto, em L/s, dos segmentos 1 e 2 são, respectivamente, iguais a

- a) 200 e 200.
 - b) 200 e 240.
 - c) 240 e 240.
 - d) 240 e 360.
 - e) 360 e 360.
29. (FGV/TJ – SC - 2018) A figura abaixo mostra a curva de variação do consumo de água de um município, no dia de maior consumo.





De acordo com essa curva, o coeficiente da hora de maior consumo desse município é:

- a) $K_2 = 1,4$;
- b) $K_2 = 1,6$;
- c) $K_2 = 1,8$;
- d) $K_2 = 2,0$;
- e) $K_2 = 2,2$.

30. (FGV/TJSC - 2018) O local para implantação das obras de captação de águas superficiais deve ser escolhido a partir da análise conjunta de todos os elementos disponíveis sobre a área reservada para essa finalidade. Devem ser verificadas as características hidráulicas do manancial, a geologia da região, as áreas eventualmente inundáveis e os focos de poluição existentes e potenciais.

Segundo norma da ABNT, a localização da captação de águas superficiais atende a alguns critérios, EXCETO:

- a) Quando em curva, estar na margem convexa, onde as velocidades e a profundidade são maiores;
- b) Ficar protegida da ação erosiva das águas e dos efeitos decorrentes da variação de nível do curso da água;
- c) Estar preferencialmente em trecho reto do curso da água;
- d) Quanto à influência de marés, a escolha deve ser feita com auxílio de estudos sobre a intrusão da cunha salina;
- e) Permitir acesso permanente ao local de captação.



31. (VUNESP/SAAE DE BARRETOS-SP - 2018) Nos sistemas de abastecimento de água com adutora em conduto forçado, a estrutura destinada a amortecer as ondas de subpressão e sobrepressão resultantes de um eventual regime transitório em uma tubulação, atuando como reservatório intermediário de nível variável em consequência do regime transitório atuante, denomina-se
- a) Válvula de controle.
 - b) Orifício cinético de ventosa.
 - c) Orifício automático de ventosa.
 - d) Chaminé de equilíbrio.
 - e) Válvula de alívio de ação direta.
32. (VUNESP/ARSESP - 2018) São características das perdas aparentes em redes de distribuição de água:
- a) Perda de receita do prestador de serviço e necessidade de ampliação dos mananciais.
 - b) Repasse dos custos para a tarifa e incitamento a roubos e fraudes por parte da população.
 - c) Erros na medição e hidrômetros não calibrados.
 - d) Aumento no custo da produção e desperdício do recurso hídrico.
 - e) Ineficiência do prestador de serviço e desincentivo ao uso racional.
33. (VUNESP/SAAE DE BARRETOS-SP - 2018) Nos projetos de captação de água de superfície para abastecimento público, a tomada de água através de canal em cursos de água com transporte intenso de sólidos deve ter, no mínimo, um dispositivo de admissão de água para cada variação do nível do rio de
- a) 5,0 m.
 - b) 4,0 m.
 - c) 3,5 m.
 - d) 2,5 m.
 - e) 1,5 m.
34. (INSTITUTO AOCP/ITEP – RN - 2018) A estação elevatória, que faz parte do sistema de abastecimento de água, destinada a aumentar a pressão e/ ou vazão em adutoras ou redes de distribuição de água é denominada:
- a) "booster".
 - b) "increase".



- c) "growth".
- d) "intensify".
- e) "enlarge".

35. (IBADE/PREFEITURA DE VILHENA – RO - 2018) Um município possui 1000 habitantes, sendo que o consumo per capita de água é de 100 l/hab.dia. Considerando os coeficientes de reforço do dia de maior consumo K_1 sendo 1,2 e o coeficiente da hora de maior consumo K_2 sendo 1,5, calcule a vazão média e a vazão de distribuição do município. Desconsidere as perdas.

- a) Vazão média 1,00 l/s e vazão de distribuição 1,80 l/s.
- b) Vazão média 2,00 l/s e vazão de distribuição 2,80 l/s.
- c) Vazão média 1,15 l/s e vazão de distribuição 2,8 l/s.
- d) Vazão média 1,50 l/s e vazão de distribuição 3,00 l/s.
- e) Vazão média 1,15 l/s e vazão de distribuição 2,08 l/s.

36. (FUNDATEC/PREFEITURA DE SANTA ROSA-RS - 2018) As bombas são dispositivos mecânicos que permitem aumentar a vazão e/ou pressão de líquidos em escoamento. Analise as assertivas abaixo relacionadas ao assunto:

I. A cavitação pode causar a desagregação de partículas numa bomba ou em turbinas e está geralmente associada ao escoamento permitir o atingimento da pressão de vapor.

II. A altura máxima de sucção para um mesmo equipamento varia em função da altitude em relação ao nível do mar.

III. Em sistemas de abastecimento de água, o dimensionamento de uma tubulação e de um sistema de recalque é basicamente definido por imposições econômicas.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

37. (DIB/PREFEITURA DE FARROUPILHA-RS - 2018) A variação brusca de pressão em uma adutora, acima ou abaixo do valor normal de funcionamento, devido à mudança brusca de velocidade da água, chama-se golpe de aríete. Quais são as suas principais causas?

- a) Aumento do nível do reservatório devido às chuvas.



- b) Cavitação do conjunto moto bomba.
- c) Manobras bruscas em válvulas.
- d) Variação de temperatura ambiente.
- e) Evaporação da umidade.

38. (AMEOSC/PREFEITURA DE PRINCESA –SC - 2018) A tubulação destinada a escoar o eventual excesso de água de reservatórios onde foi superado o nível de transbordamento, recebe o nome de:

- a) Tubulação aparente.
- b) Tubulação embutida.
- c) Tubulação de aviso.
- d) Tubulação de extravasão.

39. (AOCP/PREFEITURA DE BELÉM-PA - 2018) Qual é o tipo de rede de distribuição de água constituída apenas por tubulações interligadas em circuitos fechados?

- a) Rede malhada.
- b) Rede ramificada.
- c) Rede mista.
- d) Rede radial.
- e) Rede primária.

40. (UFSM/2018) Um sistema de abastecimento de água engloba diversas unidades, como captação, adução, estação de tratamento, reservação, estações elevatórias e rede de distribuição. Na rede de distribuição de água, ocorre a disponibilização de água potável aos consumidores.

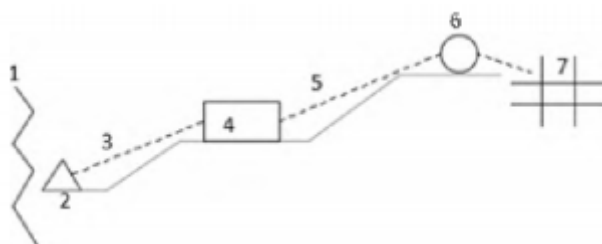
Considerando a norma ABNT NBR 12218/1994, é correto afirmar que:

- a) A vazão de dimensionamento deve atender a toda área a ser abastecida para um horizonte de projeto de 25 anos, atendendo aos grandes consumidores, consumidores especiais, área de expansão, prevenção contra incêndio e população flutuante.
- b) O dimensionamento e a análise do funcionamento global do sistema hidráulico devem ser realizados por simulações hidráulicas, que garantam residuais máximos de vazão e de carga piezométrica de $0,1 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ e $0,5 \text{ kPa}$, respectivamente.
- c) A pressão estática máxima nas tubulações deve ser de 400 kPa , podendo chegar a 600 kPa em regiões com topografia acidentada, e a pressão dinâmica mínima deve ser de 100 kPa e ser referenciada ao nível do terreno.



- d) Deve-se, sempre que possível, adotar as pressões estáticas entre 250 kPa e 300 kPa, com o objetivo de diminuir as perdas aparentes.
- e) O diâmetro mínimo nominal dos condutos secundários, sem exceção, deve ser de 50 mm, enquanto as velocidades mínimas devem ser inferiores a $0,30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

41. (IBADE/PREFEITURA DE VILHENA-RO - 2018) O croqui abaixo representa um Sistema de Abastecimento de Água fictício. Sabe-se que o número 1 é o córrego de captação, e o número 7, as redes de distribuição de água. Dessa forma, podemos afirmar que os números do croqui correspondem às seguintes unidades do Sistema de Abastecimento de água.



- a) - Ponto de captação com elevatória de água bruta, 3 - Adutora de água Bruta, 4 - Estação de Tratamento de água com estação elevatória de água tratada, 5 - Adutora de Água Tratada, 6 - Reservatório de Água Tratada.
- b) - Reservatório de água bruta, 3 - Adutora de água Bruta, 4 - Reservatório de água tratada com elevatória de água tratada, 5 - Adutora de Água Tratada, 6 - Elevatória de Água tratada.
- c) - Gradeamento, 3 - Adutora de água Bruta, 4 - Estação de Tratamento de Água, 5 - Elevatória de água Tratada, 6 - Reservatório de Água Tratada.
- d) - Dique de contenção, 3 - Adutora de água tratada, 4 - Estação de Tratamento de água, 5 - Adutora de Água Tratada, 6 - Reservatório de Água Tratada.
- e) 2 - Ponto de captação com elevatória de água bruta, 3 - Adutora de água bruta, 4 - Reservatório de água bruta, 5 - Adutora de Água Tratada, 6 - Reservatório de Água Tratada.
42. (FCC/SABESP - 2018) É a primeira unidade do sistema de abastecimento de água. Responsável por coletar de modo adequado a água do manancial, também chamada de água bruta. Esta afirmação refere-se a:
- a) Captação.
- b) Adutora.
- c) Rede de distribuição.
- d) Estação elevatória.
- e) Filtro.

43. (CESGRANRIO/2018) Um dos componentes de um sistema de abastecimento de água é o reservatório de distribuição. Esses reservatórios são estruturas hidráulicas de armazenamento, posicionadas na transição entre a adução e a distribuição, com a finalidade de atender às variações do consumo.

Um medidor de vazão, instalado na saída do reservatório de distribuição de água de uma cidade, registrou, durante um período de 24 h do dia de maior consumo, as sucessivas vazões apresentadas na Tabela abaixo.

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vazão (L/s)	490	470	455	435	405	390	420	455	485	495	540	600
Hora	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Vazão (L/s)	550	525	500	495	510	530	495	470	455	440	450	460

A vazão média desse dia de maior consumo é de 480 L/s.

O consumo de água varia ao longo das horas do dia, apresentando valores distintos de pique de vazões horárias consumidas. Em geral, esse consumo é maior nos horários de refeições e menor no início da madrugada. Existe uma determinada hora do dia em que a vazão de consumo é máxima. Para contabilizar essa variação horária no dimensionamento de sistemas de abastecimento, é utilizado o coeficiente da hora de maior consumo (K_2).

Baseando-se nos dados da Tabela, verifica-se que o coeficiente da hora de maior consumo, (K_2), usado no dimensionamento do sistema de abastecimento, é:

- a) 1,10
 - b) 1,15
 - c) 1,20
 - d) 1,25
 - e) 1,30
44. (FEPESE/VISAN-SC - 2018) Algumas definições são importantes para o entendimento das etapas, processos e demais assuntos relativos ao tratamento de água. Neste contexto:

1. Captação de água refere-se ao local de tomada de água do manancial e compreende a primeira unidade do sistema de abastecimento.
2. A adutora de água bruta transporta a água da Estação de Tratamento (ETA) aos reservatórios de distribuição.
3. O manancial subterrâneo compreende a água captada de diferentes cursos d'água, tendo como característica o espelho d'água na superfície do terreno.

Assinale a alternativa que indica todas as afirmativas corretas.

- a) É correta apenas a afirmativa 1.



- b) São corretas apenas as afirmativas 1 e 2.
- c) São corretas apenas as afirmativas 1 e 3.
- d) São corretas apenas as afirmativas 2 e 3.
- e) São corretas as afirmativas 1, 2 e 3.

45. (FGV/MPE-BA - 2017) Em um projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público, o volume compreendido entre os níveis máximo e mínimo, para atender às variações diárias de consumo é:

- a) A reservação total;
- b) A medida de fluxo;
- c) O volume útil;
- d) O nível de operação;
- e) A vazão de estabilidade.

46. (FGV/MPE-BA - 2017) Segundo a norma NBR 12.217, em projetos de reservatório de distribuição de água para abastecimento público, a água de extravasão deve ser coletada por um tubo. Esse tubo descarrega livremente em uma caixa, e daí a água é encaminhada por conduto livre a um corpo receptor adequado.

Trata-se de um tubo:

- a) Vertical;
- b) Com inclinação de 15°;
- c) Com inclinação de 30°;
- d) Com inclinação de 45°;
- e) Horizontal.

47. (CONSULPLAN/TRF-2 - 2017) Bombas hidráulicas recebem o trabalho mecânico e o transformam em energia hidráulica. Em geral, elas podem ser associadas em série ou paralelo, dependendo das características desejadas para o sistema. Assinale a alternativa correta sobre a associação de bombas.

- a) A associação de bombas em série é muito usada em abastecimento de água de cidades (sistema de distribuição de água) e de indústrias.
- b) Na ausência de bombas que possam atender, isoladamente, à vazão demandada pelo sistema, utiliza-se a associação de bombas hidráulicas em série.
- c) A associação em paralelo é adequada quando a altura manométrica é muito elevada, sendo utilizada apenas quando esta altura não é alcançada por bombas de múltiplo estágio.



d) Para obter a curva característica das bombas associadas em paralelo, as vazões somam-se para a mesma altura manométrica. Para bombas associadas em série, as alturas que se somam para a mesma vazão.

48. (IF-TO - 2016) Avalie as afirmativas a seguir:

I. O Booster na distribuição de água é instalado em uma tubulação com o objetivo de aumentar a pressão à jusante, auxiliando o escoamento e procurando manter a pressão constante em toda a rede de distribuição de água.

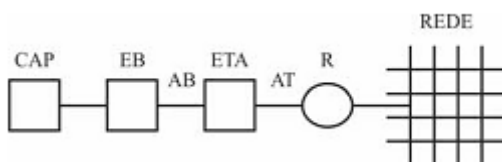
II. as válvulas de retenção são empregadas para evitar o fluxo contínuo em sistemas adutores, servindo também para o controle de vazão.

III. De acordo com a disposição das canalizações principais e o sentido de escoamento nas tubulações secundárias, as redes de distribuição de água são classificadas como: ramificadas, malhadas e mistas.

Assinale a alternativa que apresenta a (s) afirmativa (s) correta (s).

- a) II e III
- b) I e II
- c) II
- d) I e III
- e) I

49. (CEBRASPE/FUB - 2015) A figura apresentada ilustra a configuração de um sistema de abastecimento de água, que pode ser utilizado para o bombeamento da água de mananciais. A respeito desse sistema e das normas para implantação de sistemas de abastecimento de água e considerando que as siglas apresentadas na figura referem-se a captação (CAP); estação de bombeamento (EB); adução de água bruta (AB); unidade de tratamento (ETA); adução de água tratada (AT); reservatório de distribuição (R); e rede de abastecimento (REDE), julgue o item que se segue.



Para que a rede de abastecimento do sistema em questão atenda adequadamente à demanda, devem ser incluídos no cálculo da população a ser abastecida os estabelecimentos comerciais, públicos e industriais que se situem no interior dessa área e que sejam considerados consumidores especiais.



50. (FGV/PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS-SC - 2014) A orientação técnica para o dimensionamento de reservatório de distribuição de água para o abastecimento público é dada pela NBR/ABNT 12.217/1994. De acordo com essa norma, o volume necessário para atender às variações de consumo deve ser avaliado a partir de dados do consumo:

- a) Semanal e do regime previsto de alimentação do reservatório, aplicando-se um fator de 1,2;
- b) Anual e do regime previsto de alimentação do reservatório, aplicando-se um fator de 1,2;
- c) Diário e do regime previsto de alimentação do reservatório, aplicando-se um fator de 1,2;
- d) Do horário de pico e do regime previsto de alimentação do reservatório, aplicando-se um fator de 1,2;
- e) Mensal e do regime previsto de alimentação do reservatório, aplicando-se um fator de 1,2.

51. (FGV/AL-MA - 2013) No projeto de um sistema de abastecimento de água de uma adutora de recalque, o engenheiro chegou à conclusão, na análise econômica por Bresser, de que a velocidade da linha de recalque deveria ser de 1,1 m/s.

Sabendo que a vazão a ser fornecida pelas bombas é de 775 m³/h, assinale a alternativa que indica o diâmetro comercial da adutora de recalque (mais econômico) que deve ser usado sem que seja necessário aumentar a potência das bombas

- a) 350 mm
- b) 400 mm.
- c) 450 mm.
- d) 500 mm.
- e) 550 mm.

52. (CEBRASPE/ANTT - 2013) Acerca dos sistemas de abastecimento de água, julgue o item subsequente.

Um sistema de abastecimento de água é formado pelo manancial, pela captação e adução, pelo tratamento e pelo reservatório e rede de distribuição.

53. (CEBRASPE/TRT-17 - 2013) Julgue o item seguinte, a respeito do tratamento, reservação e distribuição de águas.

A menor subdivisão da rede de distribuição de água é o setor de manobra, cujo abastecimento pode ser isolado, sem afetar o fornecimento de água do restante da rede, recomendando-se o menor número possível de válvulas.

54. (CEBRASPE/ABIN - 2010) O abastecimento de água é a parte do saneamento básico que incluiu as atividades, a infraestrutura e as instalações necessárias ao abastecimento público de água



potável, desde a captação até as ligações prediais e os respectivos instrumentos de medição. Acercados sistemas, métodos e processos de abastecimento, tratamento, reservação e distribuição de águas, julgue os itens a seguir.

Em um sistema de recalque, a queda de rendimento da bomba, os ruídos e as vibrações podem ser indicativos da ocorrência de cavitação.

55. (CEBRASPE/EMBASA - 2010) Os sistemas de abastecimento de água são concebidos para extrair água da natureza, adequar a sua qualidade aos usos a que ela se destina e fornecê-la à população conforme sua necessidade. A respeito do funcionamento das estruturas que compõem um sistema de abastecimento de água, julgue o próximo item.

Comparando os arranjos de bombas em um sistema de bombeamento em série e em paralelo, é correto afirmar que o arranjo em série permite um fluxo maior de água, enquanto que o paralelo fornece melhor rendimento do sistema.

56. (CEBRASPE/TCU - 2009) No dimensionamento das adutoras, a vazão é condicionada, entre outros aspectos, pelo consumo de água da população e pela posição dos reservatórios em relação à adutora considerada.



GABARITO



GABARITO

- | | | |
|------------|-------|-------------|
| 1. B | 20. D | 39. A |
| 2. C | 21. B | 40. B |
| 3. D | 22. E | 41. A |
| 4. A | 23. E | 42. A |
| 5. E | 24. C | 43. D |
| 6. A | 25. C | 44. A |
| 7. B | 26. D | 45. C |
| 8. C | 27. D | 46. A |
| 9. B | 28. D | 47. D |
| 10. D | 29. C | 48. D |
| 11. D | 30. A | 49. CORRETA |
| 12. ERRADA | 31. D | 50. C |
| 13. B | 32. B | 51. D |
| 14. E | 33. E | 52. CORRETA |
| 15. A | 34. A | 53. CORRETA |
| 16. D | 35. E | 54. CORRETA |
| 17. C | 36. E | 55. ERRADA |
| 18. C | 37. C | 56. CORRETA |
| 19. A | 38. D | |



RESUMO

○ Coeficiente de variação diária

$$K1 = \frac{\text{maior consumo diário no ano}}{\text{consumo médio diário no ano}}$$

○ Coeficiente de variação horária

$$K2 = \frac{\text{maior vazão horária no dia}}{\text{vazão média do dia}}$$

○ Vazão da captação, estação elevatória e adutora até a ETA (inclusive)

$$Q = \left(\frac{K1 \times P \times q}{86400} + Q_{\text{esp}} \right) \times C_{\text{ETA}}$$

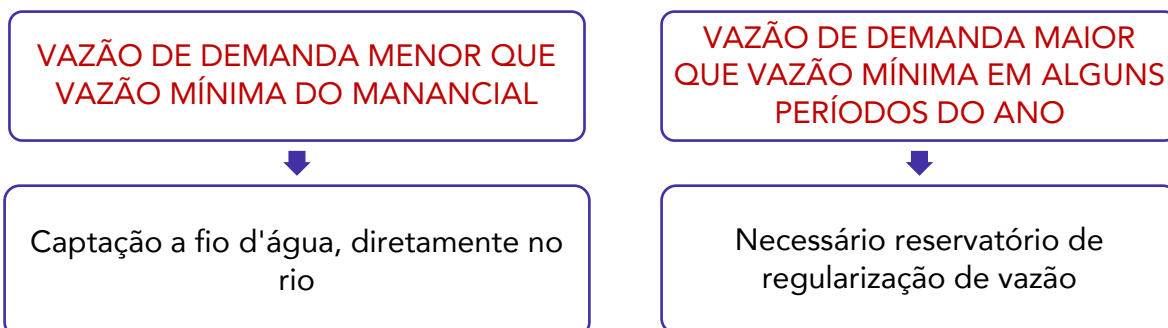
○ Vazão da ETA até o reservatório

$$Q = \frac{K1 \times P \times q}{86400} + Q_{\text{esp}}$$

○ Vazão do reservatório até a rede

$$Q = \frac{K1 \times K2 \times P \times q}{86400} + Q_{\text{esp}}$$

○ Captação de água



↳ A captação de água deve ser localizada em **trecho reto**, ou quando, em curva, junto à **curvatura externa** (**margem côncava**), onde as velocidades são maiores, evitando sedimentos.

TIPOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA

Captação direta ou a fio de água: a vazão necessária é menor que a vazão mínima do rio. Devem ter nível de água mínimo para o posicionamento da tubulação ou dispositivo de tomada.

Com barragem de regularização de nível de água: vazão necessária é menor que a vazão mínima do rio, mas em alguns períodos a vazão necessária é MAIOR. Neste caso, a vazão média do rio deve ser maior que a vazão média necessária.

Captação em reservatórios ou lagos de usos múltiplos: feita em reservatórios que o uso prioritário não é o abastecimento.



○ Principais tipos de tomada de água

TUBULAÇÃO DE TOMADA	CANAL DE DERIVAÇÃO	POÇO DE DERIVAÇÃO	CAPTAÇÃO FLUTUANTE	TORRE DE TOMADA
•Tubulação simples •Conduz a água do manancial até a próxima unidade •Pode possuir crivo na extremidade da tubulação (espécie de filtro) •Devem ser ancoradas •No mínimo uma tomada de água a cada 1,50 m de nível d'água	•Desvio parcial das águas •Utilizado em captações de médio e grande porte •Interliga a captação à unidade seguinte •Um dispositivo de admissão de água para cada variação de 1,50 m do nível do rio	•Possui um poço com tubulação de sucção da bomba •São utilizados nem cursos d'água perenes sujeitos a pequenas oscilações de nível, sem transporte de sedimentos (areia).	•Aplica-se em lagos e represas, e rios com regimes de água tranquilo •Abastecimento de pequenas e médias comunidades •Pode ser feita com conjuntos moto bomba não submersíveis instalados em balsas, conjuntos submersíveis suspensos com flutuadores, ou ainda, com tomada de água flutuante.	•Retirada de grandes vazões em rios caudalosos •Entradas de água em diferentes níveis de altura •Estrutura de captação mais cara

○ Estações elevatórias

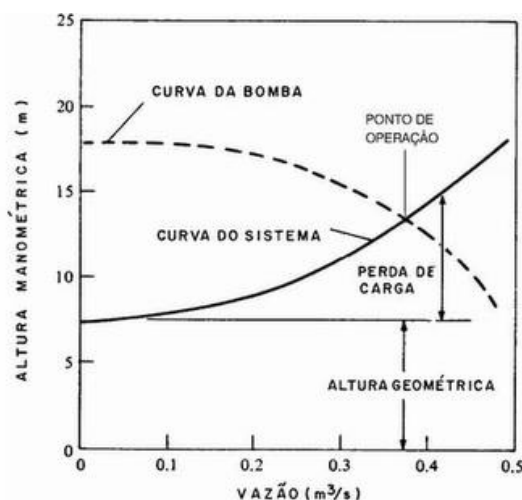
↳ Os componentes de uma estação elevatória geralmente são: equipamento eletromecânico, bomba, motor, tubulação de sucção, barrilete, tubulação de recalque, construção civil, poço de sucção e casa de bomba.

↳ O **poço de sucção** é o local da estação que recebe a água da captação, enquanto a **bomba** é o componente que gera **energia** para sugar a água através da **tubulação de sucção**. Com a energia introduzida no sistema, a água passa pelo **barrilete** (conjunto hidráulico formado por tubulações, registros e conexões) e segue para a **tubulação de recalque**, que irá conduzir a água até a próxima etapa do sistema.

○ Curvas características das bombas

↳ Para a escolha da bomba, é importante cruzar as informações das bombas do fabricante com a **curva do sistema** (vazão requerida e altura manométrica a ser vencida), para então encontrar o **ponto de operação (ou de trabalho)**.





✍ Para a definição da bomba, teremos o **NPSH disponível (NPSH_d)** da bomba e o **NPSH requerido (NPSH_r)** pelo sistema.

✍ O NPSH_d deve superar o NPSH_r em pelo menos **1,0 metro** em todas as condições de operação determinadas pela curva característica do sistema.

○ Associação de bombas:

✍ No caso da **associação em série**, as bombas são instaladas de modo que a **mesma vazão** passe sequencialmente por duas ou mais delas. Nesse caso, pode ser instalada em uma única casa de bomba, ou inseridas em pontos convenientemente escolhidos ao longo da linha de recalque.

✍ Na associação de **bombas em série**, **cada uma** é responsável por uma parcela da altura manométrica total do sistema elevatório correspondente à vazão de recalque.

A associação de bombas **em paralelo** é utilizada para aumentar a **vazão de sucção**, enquanto a associação das bombas **em série** é utilizada para conseguir atingir uma **altura manométrica** maior exigida pelo sistema.

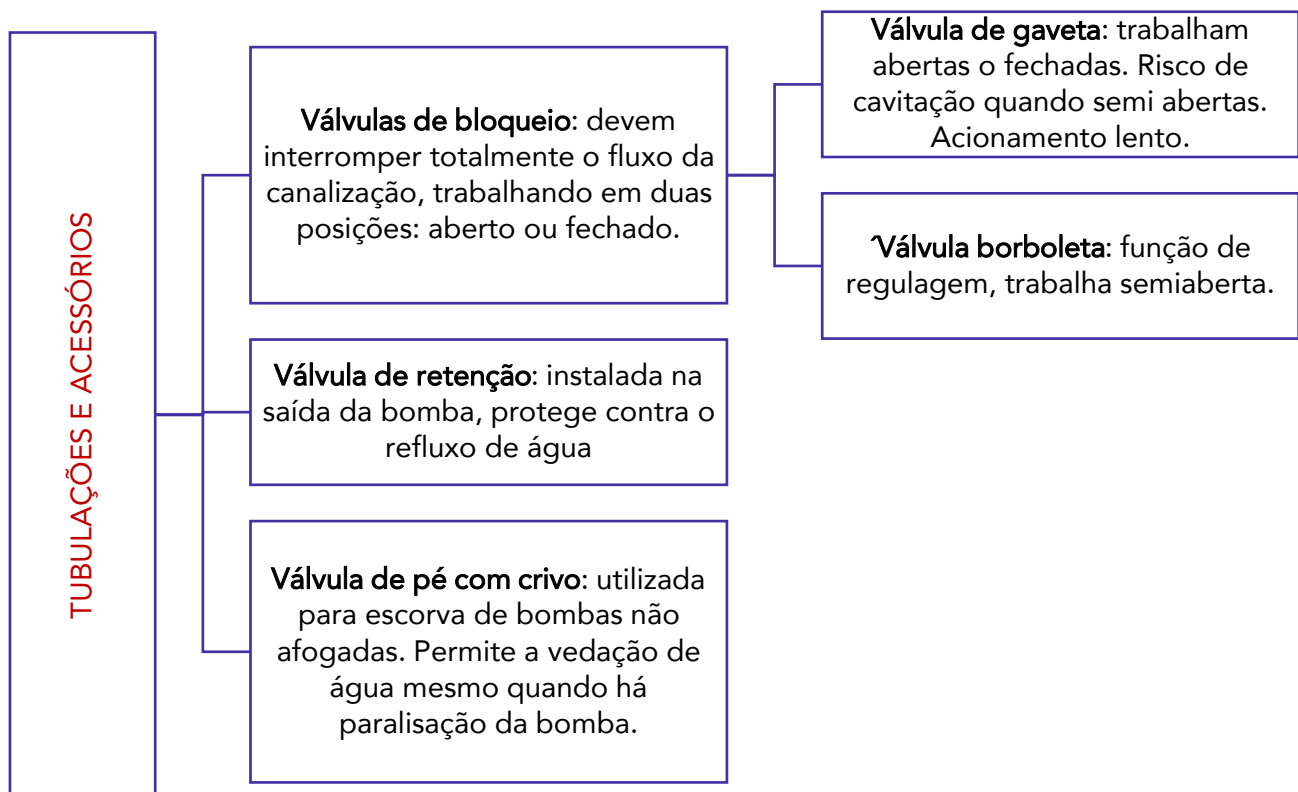
○ Cavitação em bombas:

✍ A **cavitação** aparece quando a **pressão do líquido** atinge a **tensão máxima do vapor** do líquido na sua temperatura, formando-se **bolhas de vapor** que provocam de imediato uma diminuição da massa específica do líquido. Essas bolhas (ou cavidades) são arrastadas pelo escoamento e atingem regiões em que a pressão reinante é maior que a pressão existente na região onde elas se formaram. Essa **brusca variação** de pressão provoca o **colapso das bolhas** por um processo de **implosão**, processo extremamente rápido.

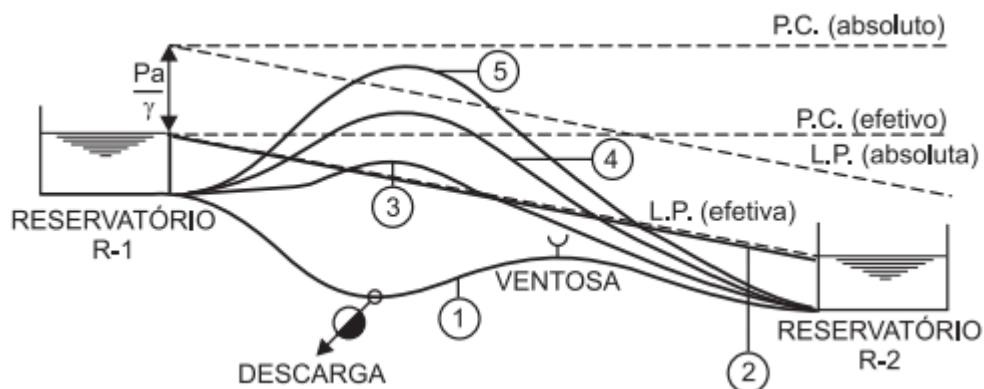
✍ No caso das bombas, o processo de cavitação é mais crítico durante a **sucção**, sendo necessário determinar o NPSH disponível no sistema e o NPSH requerido pela bomba. Para evitar a cavitação, a bomba precisa operar em situações onde sempre o **NPSH_d disponível > NPSH_r requerido**.



○ Tubulações e acessórios nas bombas e tubulação de sucção



○ Traçado das adutoras:



↩ **Situação 1:** aplicável quando os reservatórios possuem níveis constantes e a adutora é suficientemente longa para se possa desprezar as perdas localizadas, admitindo a coincidência das linhas de carga e piezométrica, uma vez que a carga cinética pode ser desprezada.

Nesse caso, as seções da adutora estão submetidas a uma **carga de pressão positiva (conduto forçado)**, sendo a perda de carga total igual ao desnível geométrico correspondente à diferença de cotas das superfícies livres dos reservatórios.



Situação 2: neste caso, o escoamento será em **conduto livre**. É **recomendável** que em situações reais sejam projetadas as **adutoras segundo esta posição**, ou se em conduto forçado, que seja na situação anterior.

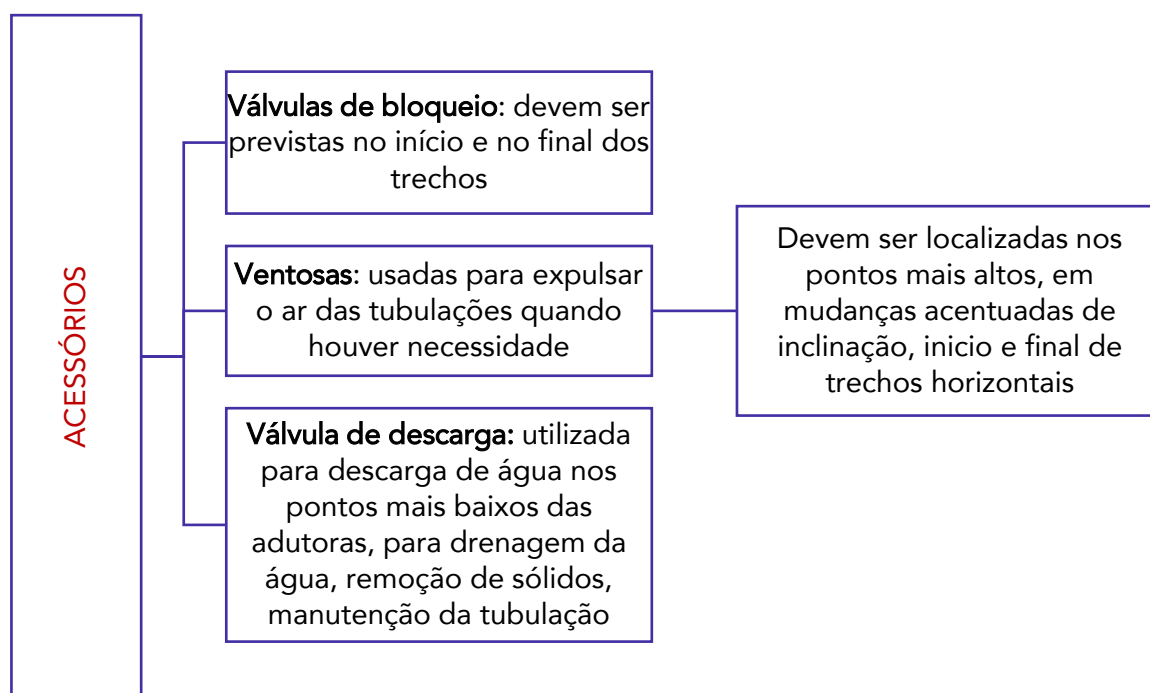
Situação 3: neste caso, estando a adutora previamente cheia, o escoamento deveria acontecer em condições normais, sob a carga Δh . Contudo, como a linha piezométrica corta a adutora entre dois pontos, a carga de **pressão absoluta** nesse trecho é **inferior** à pressão atmosférica local.

Em razão dessa pressão negativa, o escoamento torna-se **irregular**, pois nesse trecho há um **acúmulo de ar** com formação de bolsas de ar e consequentemente **diminuição da vazão** de escoamento.

Situação 4: a adutora, além de cortar a linha piezométrica, corta também o plano de carga efetivo. Neste caso, a água não atinge naturalmente o trecho situado acima do nível d'água no reservatório R-1 e o escoamento só é possível após o enchimento da tubulação. Trata-se de um **sifão** funcionando em condições precárias, exigindo **escorva** sempre que entrar ar na tubulação.

Situação 5: a adutora corta a **linha piezométrica absoluta**, sendo, portanto, impossível o escoamento por **gravidade**. Nesta situação, o fluxo só é possível se no início da tubulação for instalada uma **bomba** para impulsionar o líquido até o ponto mais alto da tubulação.

○ Acessórios das adutoras:



↳ **Blocos de ancoragem:** é conveniente ancorar uma tubulação quando a declividade for maior que **20%** em tubulações **aéreas** e maior que **25%** em tubulações **enterradas**. Nesses casos, geralmente os atritos entre as tubulações e o terreno são insuficientes para manter a tubulação equilibrada.



○ Transientes hidráulicos e golpe de aríete:

↳ Durante o funcionamento das adutoras e das estações elevatórias, o sistema sofre **variações** no escoamento, pela abertura e fechamento de válvulas, paradas programadas ou não das bombas, quedas de energia etc.

↳ Para evitar esse problema, deve-se fazer o **fechamento gradual** da válvula, que pode ser interpretado como uma série de fechamentos parciais consecutivos de pequena amplitude. Os fechamentos parciais continuam propagando ondas de pressão que vão e voltam do reservatório para a válvula. Entretanto, com a perda de carga durante o processo, a energia começa a ser dissipada.

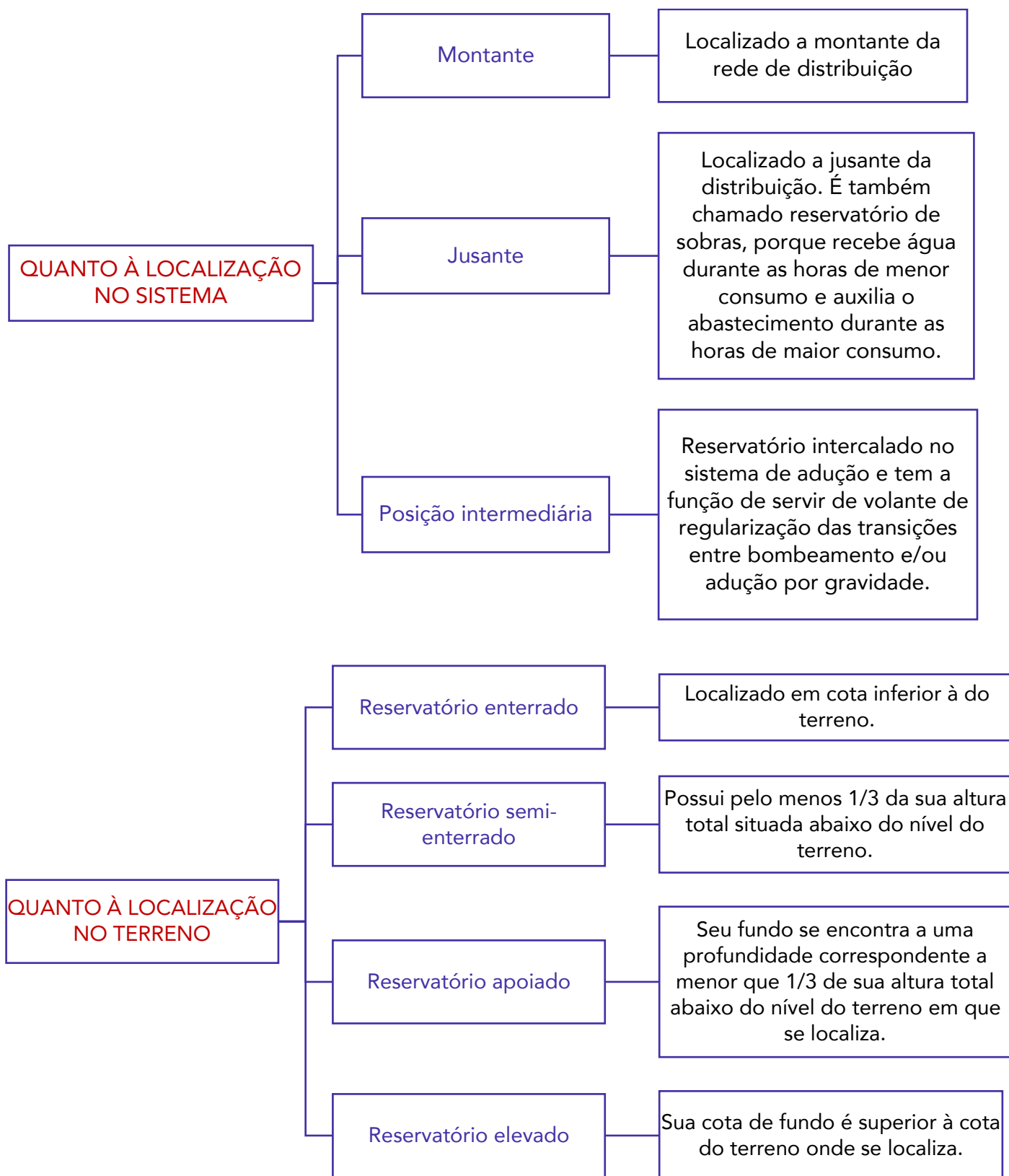
↳ Também podem ser utilizadas **válvulas antigolpe** de aríete (válvulas de alívio), geralmente construídas a partir do corpo básico de uma válvula redutora de pressão, com modificações no circuito piloto. As mudanças de pressões acionam o atuador, no sentido da abertura ou fechamento, sempre que uma pressão na tubulação atinge valores pré-estabelecidos no circuito piloto da válvula. Assim, a válvula protege os sistemas de bombeamento da onda de pressão causada pela partida das bombas ou pela falta de energia.

↳ Nesse contexto, pode também ser utilizado um **volante de inércia**, dispositivo acoplado ao eixo da bomba para aumentar o momento de inércia do conjunto girante reduzindo a taxa de variação de rotação do conjunto motor-bomba por ocasião do seu **desligamento**.

↳ Há ainda um dispositivo muito importante a ser instalados nas adutoras: a **chaminé de equilíbrio**. Essa estrutura é destinada a **amortecer** as ondas de subpressão e sobrepressão resultantes de um eventual regime transitório em uma tubulação, atuando como **reservatório intermediário** de nível variável em consequência do regime transitório atuante.



○ Reservatórios



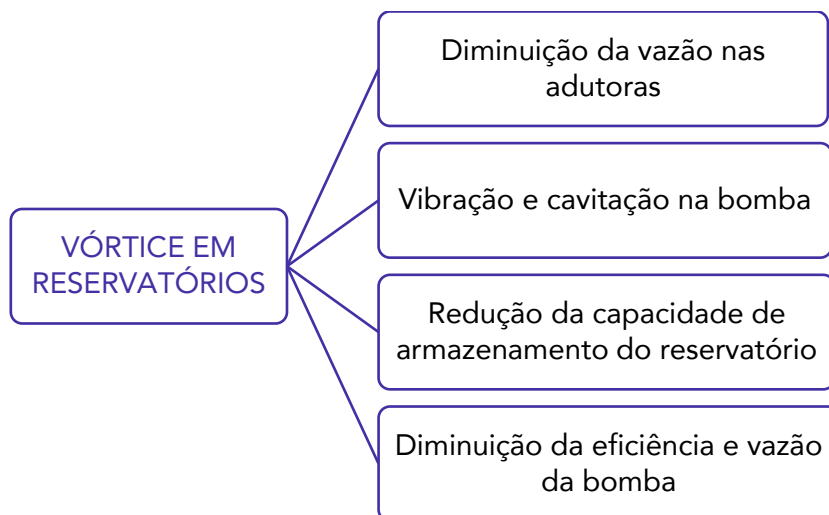
○ Volume dos reservatórios



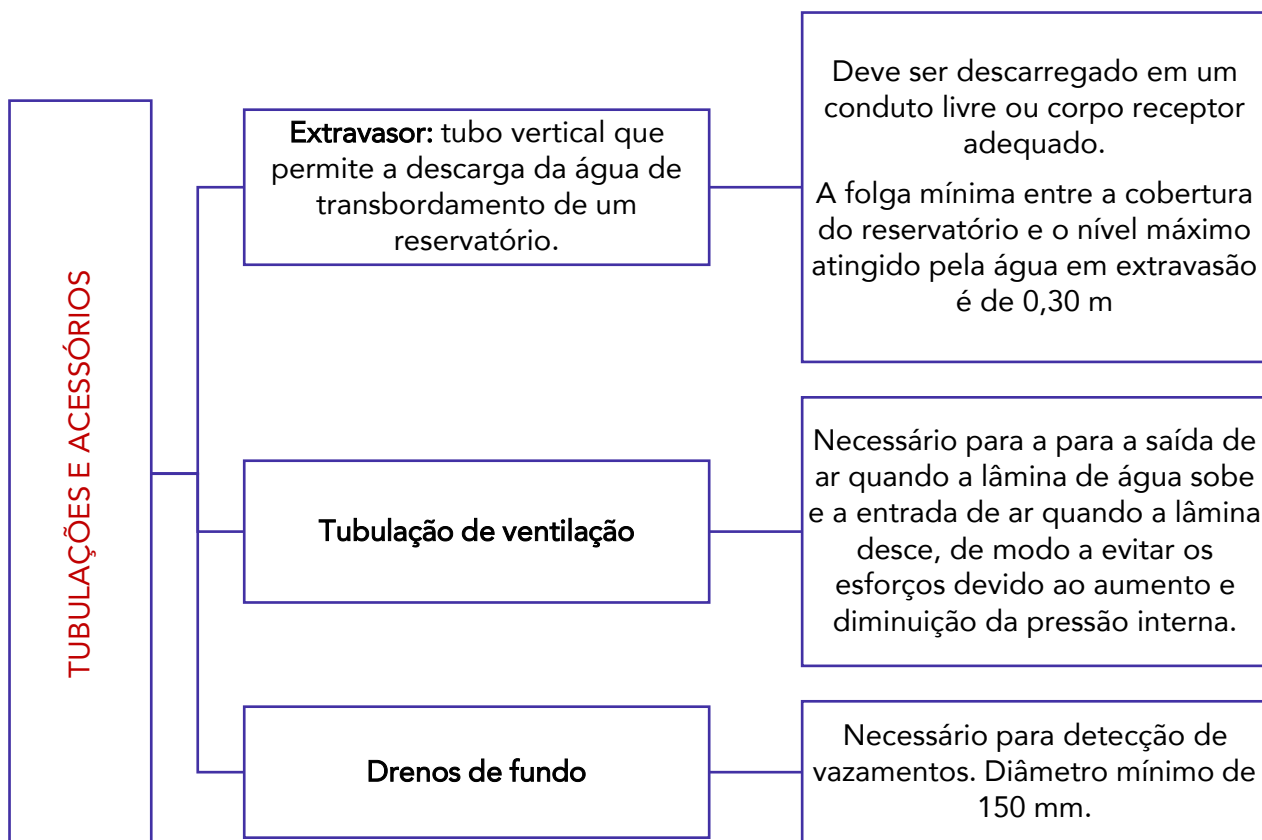
↳ A capacidade dos reservatórios deve considerar o volume para atender às variações de consumo de água, o volume para combate a incêndio, e o volume para emergências.

↳ Normalmente, o volume do reservatório é calculado por uma **curva de consumo**. Porém, quando essa curva não está disponível, segue-se a seguinte orientação:

➔ O volume armazenado será igual ou maior que **1/3** do volume distribuído no **dia de consumo máximo**!



↳ Para **evitar a formação** de vórtices consiste em se considerar uma **submergência mínima** na saída de água do reservatório.



○ Rede Ramificada

➤ O abastecimento se faz a partir de uma **tubulação tronco**, alimentada por um **reservatório** ou através de uma **estação elevatória**, e a distribuição da água é feita diretamente para os **condutos secundários**, sendo conhecido o sentido da vazão em qualquer trecho.

➤ Na rede ramificada, um **acidente** que interrompa o escoamento em uma tubulação, faz comprometer **todo o abastecimento** nas tubulações situadas a jusante da mesma. Portanto, a adoção de rede ramificada é recomendada somente em casos em que a **topografia** e os **pontos** a serem abastecidos não permitam o traçado como **rede malhada**.

➤ O sentido de escoamento é da tubulação principal para as tubulações secundárias, até as extremidades mortas ou pontas secas.

➤ **Redes em espinha de peixe:** a partir de um **conduto principal central**, derivam-se em forma de ramificações os outros condutos principais. É um traçado utilizado para o abastecimento de áreas com **desenvolvimento linear**.

➤ **Redes em grelha:** os condutos principais são **sensivelmente paralelos**, ligando-se em uma extremidade a um outro **conduto principal**, que os alimenta.



○ Rede Malhada

↳ São constituídas por tubulações principais que formam **anéis** ou **blocos**, de modo a possibilitar o abastecimento qualquer ponto do sistema por **mais de um caminho**, permitindo uma **maior flexibilidade** em satisfazer a demanda e manutenção de rede, com o mínimo de interrupção no fornecimento de água.

↳ **Rede malhada em anéis**: é o mais comum na maioria das cidades. Em comparação com a rede malhada em blocos, o número de registros a serem manobrados é sensivelmente **maior**, o que torna bem **mais trabalhosa** a medição das vazões.

↳ **Rede malhada em blocos**: confere maior **facilidade** para implantação de controle de perdas, pois as redes internas aos blocos sendo alimentadas apenas por dois pontos, favorecendo as medições de vazões e consequentemente melhorando o controle de perdas na rede.

○ Rede Mista

↳ Redes com trechos ramificados e malhados.

○ Pressão na rede

↳ **Pressão estática máxima das tubulações distribuidoras**: **400 kPa**, podendo chegar a **500 kPa** em regiões com topografia acidentada;

↳ **Pressão dinâmica mínima**: **100 kPa** (nível do terreno).

○ Velocidades nos condutos

↳ Devem ser evitadas **velocidade mínimas** inferiores a **0,4 m/s**.

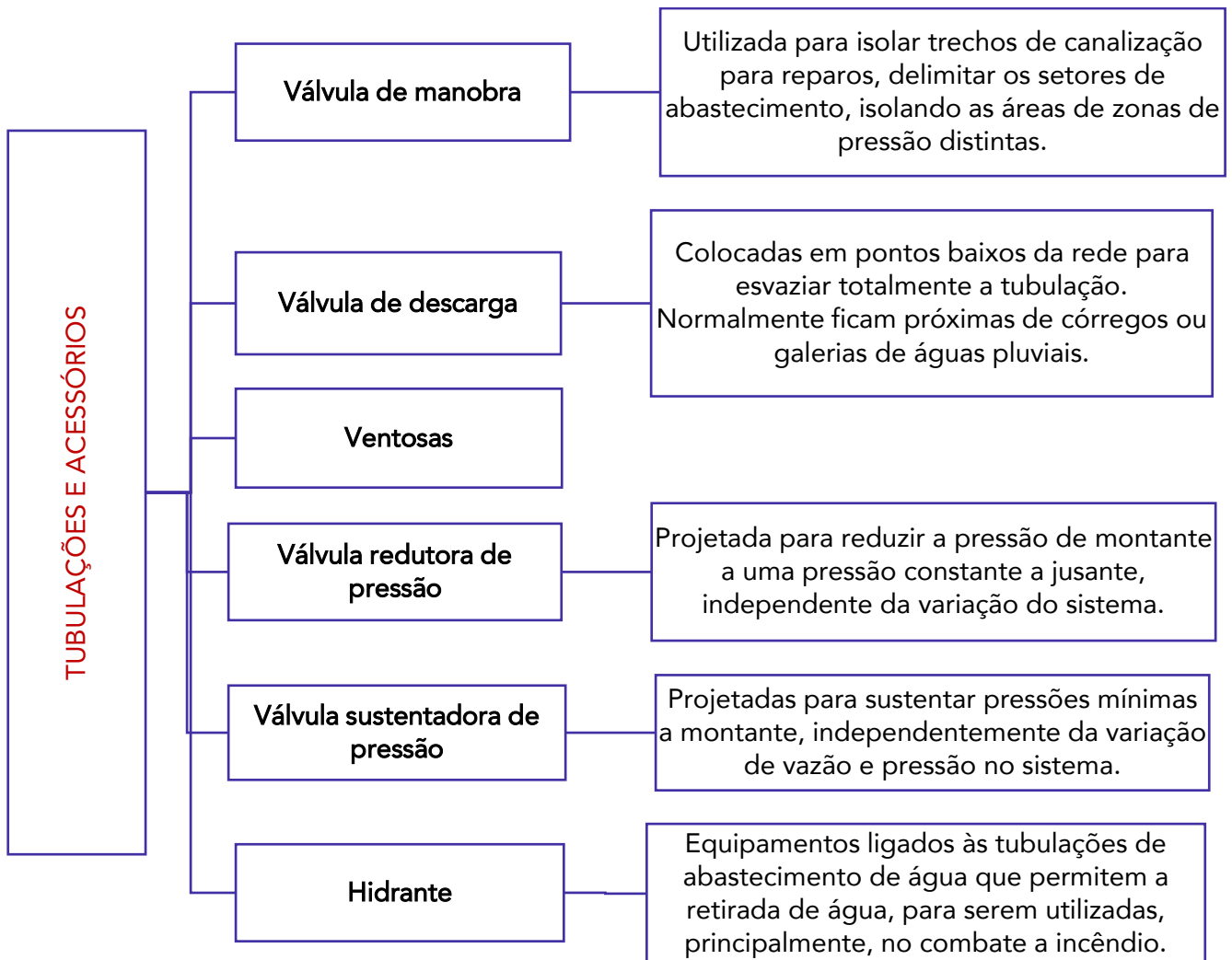
↳ As **velocidades máximas** de dimensionamento devem corresponder a uma perda de carga de até **10 m/km**.

↳ A velocidade admitida para a **fase de enchimento** da tubulação deve ser da ordem de **0,3 m/s**.

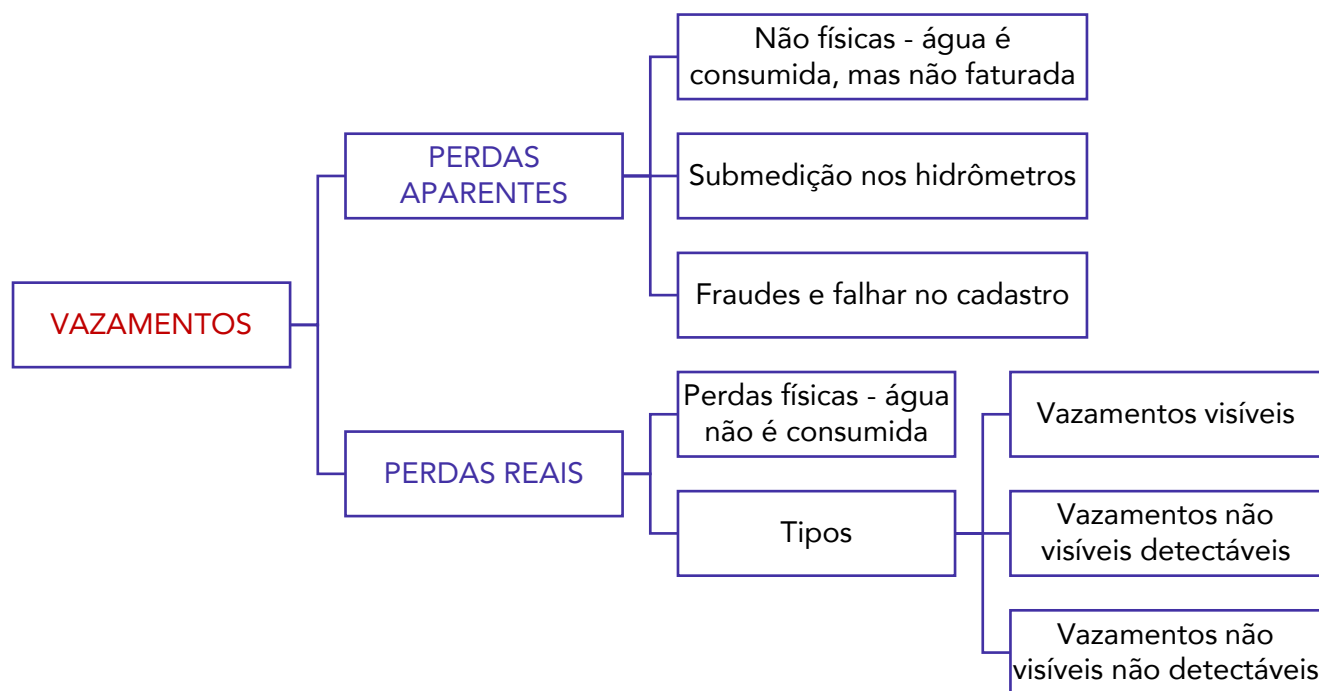
○ Diâmetro das redes

↳ A NBR 12.218/2017 preconiza um diâmetro nominal mínimo dos condutos secundários de **50 mm**. Para tubulações principais, não há nenhuma recomendação específica na norma.





○ Vazamentos



ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE: PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.



1 Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.



2 Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).



3 Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).



4 Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).



5 Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).



6 Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).



7 Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.



8 O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.



Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.