



Estratégia
CONCURSOS

Aula

Obras Hídricas p/ Perito Polícia Federal (Engenharia Civil)

Professor: Marcus Campiteli, Time Marcus Campiteli

AULA 0: OBRAS HÍDRICAS P/ PERITO DA PF

Olá, Pessoal

Este curso baseia-se no edital para Perito da Polícia Federal, de 2012, na área de Engenharia Civil.

A banca dos últimos concursos da PF, de 2002, 2004 e 2012 foi o Cespe, atual Cebraspe.

Este curso de Obras Hídricas para Perito da PF abrangerá as seguintes matérias do edital, com as respectivas datas das aulas:

Aula	Assunto	Data
0	Saneamento	Imediato
1	Questões de Saneamento	22/8
2	Tratamento de Água	5/9
3	Rede e Tratamento de Esgoto	19/9
4	Hidráulica	3/10
5	Hidrologia	17/10
6	Barragens	31/10
7	Obras Portuárias	14/11

Agora, antes de apresentar a Aula 0, deixe eu me apresentar.

Sou engenheiro civil formado pelo Instituto Militar de Engenharia - IME e trabalho como auditor de controle externo no Tribunal de Contas da União – TCU. Fiz mestrado em engenharia civil na UnB e concluí com a dissertação: Medidas para Evitar o

Superfaturamento em Obras Públicas decorrente dos Jogos de Planilha.

Na trajetória de concursos, após a elaboração de resumos, resolução de muitas questões e estudo focado, obtive aprovação nos concursos de Perito da Polícia Federal em Engenharia Civil, em 2004, e Auditor Federal de Controle Externo do TCU na área de obras públicas, em 2005. Hoje trabalho neste último.

Trabalhei durante seis anos como engenheiro militar e estou a dez no TCU, sempre participando de auditorias em obras públicas.

Na área de aulas, ministrei cursos de engenharia civil, presenciais e à distância, para o concurso do TCU de 2009 e 2011, TCM/RJ de 2011, TC/DF de 2012, TC/ES 2012, Câmara dos Deputados de 2012, CGU de 2012, Perito da Polícia Federal 2013, INPI 2013, CNJ 2013, DNIT 2013, CEF 2013, ANTT 2013, Bacen 2013, MPU 2013, TRT/15 2013, TRT/17 2013, TRF/3 2013, PF Adm 2014, Suframa 2014, CEF 2014, CBTU 2014, TJ-PA/2014, TCE-RS/2014, TRF1/2014, TCE-GO/2014, Pref. Florianópolis/2014, Petrobras/2014, TCM-GO/2015, CGE-PI/2015, TCE-CE/2015, TCM-SP/2015, TRT-MG/2015, MPOG/2015, STJ/2015, TCE-RN/2015, CGM-SP/2015 e MP-SP/2015 e 2016, TCE-PA/2016, FUNAI/2016 e TCE-PR/2016.

Agora que vocês me conheceram um pouco, retornemos ao nosso curso.

Sabemos que as bancas cobram detalhes da bibliografia disponível nos livros e nas normas acerca do abrangente campo da engenharia civil previsto no edital. Por isso, apresento a teoria dos assuntos de forma detalhada e com base primordial nas normas da ABNT, por serem a fonte mais confiável. Com isso, vocês já estarão

habituaados aos textos passíveis de serem fontes das questões. Subsidiariamente recorro a livros consagrados de engenharia civil.

Busco mesclar figuras e fotos didáticas aos textos na busca de tornar a matéria o mais amigável possível, de forma a facilitar ao máximo o entendimento das informações truncadas das normas.

O desafio do estudo dessa especialidade é conseguir objetividade diante da sua vasta abrangência. E pretendo alcançar esse objetivo neste curso por meio da apresentação das questões. Afinal, não temos tempo a perder.

Primeiramente apresento a vocês a teoria e as questões relacionadas aos conteúdos teóricos, sem gabarito. Posteriormente, apresento as mesmas questões comentadas e, na parte final, reapresento as questões tratadas na aula, com o gabarito na última folha, para que vocês possam treinar.

Em muitas das questões, os comentários complementam a teoria trazendo mais informações.

Costumo destacar em negrito informações que acho com cara de questão.

Críticas e sugestões poderão ser feitas no próprio sistema do Estratégia assim como encaminhadas ao seguinte endereço de e-mail: marcus_campiteli@hotmail.com.

Estarei no fórum de dúvidas para respondê-los.

Espero que caia na prova somente o que vocês estudem !!!

Bons estudos e boa sorte !!!

AULA 0: OBRAS HÍDRICAS

SUMÁRIO	PÁGINA
CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	1
1. INTRODUÇÃO	5
2. CONCEPÇÃO DE SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	7
3. CAPTAÇÃO DE ÁGUA	21
4. ADUÇÃO	25
5. RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO	32
6. REDE DE DISTRIBUIÇÃO	36
7. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS OU DE RECALQUE	46
8. QUESTÕES COMENTADAS	49
9. QUESTÕES APRESENTADAS NESTA AULA	51
10. GABARITO	60
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

OBRAS DE SANEAMENTO

O conteúdo desta aula baseia-se nas normas da ABNT aplicáveis aos assuntos, citadas ao longo dos capítulos, no livro “Manual de Hidráulica”, do renomado autor Azevedo Netto, por se aproximar do enfoque dado pelo Cespe nas questões de saneamento, e na apostila do curso de Saneamento I do IME, do professor Sandro Filippo.

Considerando a quantidade menor de questões do Cespe sobre Recursos Hídricos, trago também questões da FCC e da Cesgranrio para dar maior abrangência do assunto.

1 – INTRODUÇÃO

O sistema de abastecimento de água destina-se a abastecer de água potável a comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros. Essa água deverá ser em quantidade suficiente e da melhor qualidade sob o aspecto físico, químico e bacteriológico.

Um sistema de abastecimento público de água pode ser dividido nas seguintes partes:

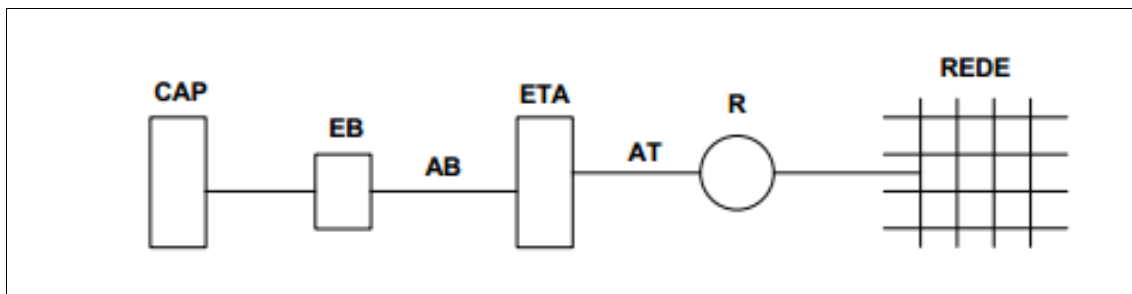
- a) Manancial: é a fonte de onde se retira a água;
- b) Captação: conjunto de equipamentos e instalações utilizado para a tomada d’água do manancial;
- c) Adução: conjunto de condutos destinados ao transporte de água do manancial (água bruta) ou da água tratada;
- d) Tratamento: instalações que visam a melhoria das características qualitativas da água captada a fim de que se torne própria para o consumo (Estação de Tratamento de Água – ETA);
- e) Reservação: armazenamento a água para atender a diversos propósitos como a variação de consumo, o fornecimento de água nos

casos de interrupção da adução e manutenção da pressão mínima na rede de distribuição;

f) Rede de distribuição: condução da água para os edifícios e demais pontos de consumo, por meio de vias instaladas nas vias públicas;

g) Estações elevatórias ou de recalque ou de bombeamento: instalações de bombeamento destinadas a transportar a água a pontos mais distantes ou mais elevados, ou para aumentar a vazão de linhas adutoras.

Possível configuração de um sistema de abastecimento:



Fonte: Sandro Filippo (IME)

CAP: captação

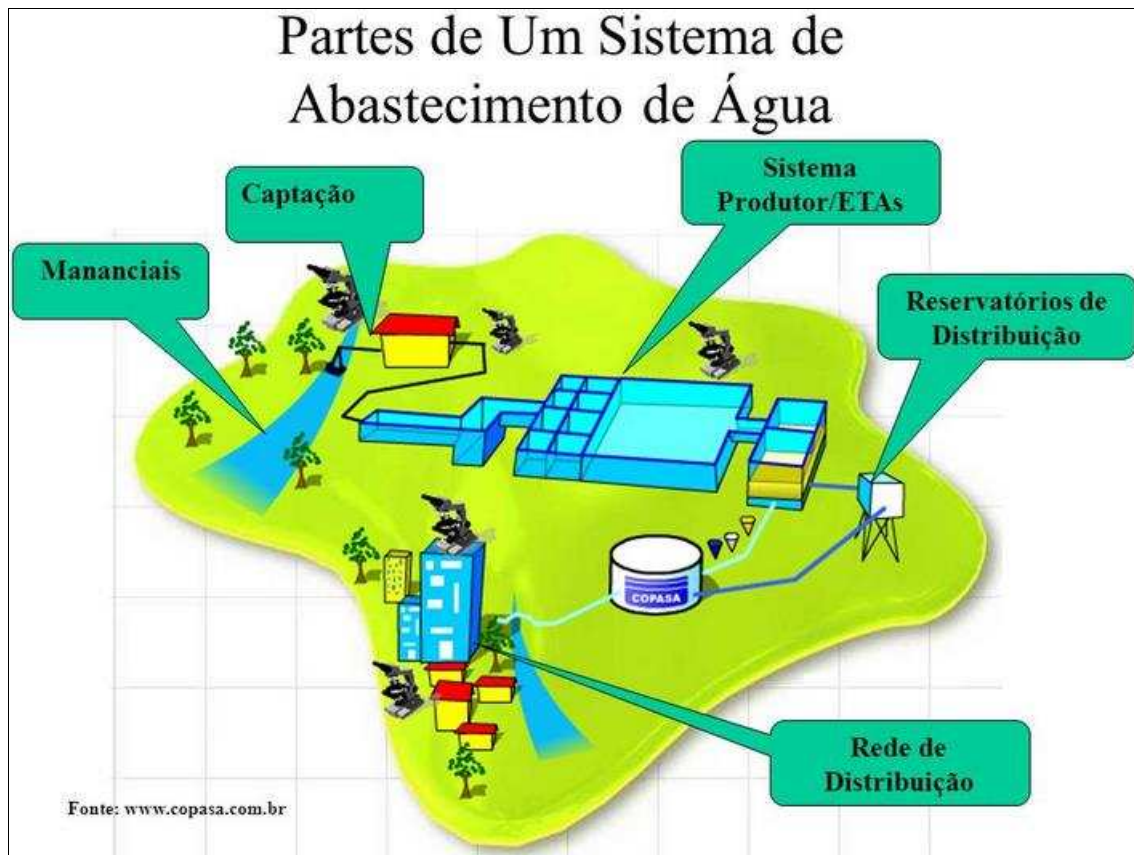
EB: Estação de Bombeamento

AB: adução de água bruta

ETA: Estação de Tratamento de Água

AT: adução de água tratada

R: reservação



2 – ESTUDOS DE CONCEPÇÃO DE SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

2.1 – Definições da NBR 12211

Estudo de concepção: Estudo de arranjos, sob os pontos de vista qualitativo e quantitativo, das diferentes partes de um sistema, organizadas de modo a formarem um todo integrado, para a escolha da concepção básica.

Concepção básica: Melhor solução sob os pontos de vista técnico, econômico, financeiro e social.

População residente: Aquela formada pelas pessoas que têm o domicílio como residência habitual, mesmo que ausente na data do censo por período inferior a doze meses.

População flutuante: Aquela que, proveniente de outras comunidades, se transfere ocasionalmente para a área considerada, impondo ao sistema de abastecimento de água consumo unitário análogo ao da população residente.

População temporária: Aquela que, proveniente de outras comunidades ou de outras áreas da comunidade em estudo, se transfere para a área abastecível, impondo ao sistema consumo unitário inferior ao atribuído à população, enquanto presente na área, e em função das atividades que aí exerce.

População total em uma área da comunidade: Soma das populações residente, flutuante e temporária.

População abastecida: Aquela atendida pelo sistema de distribuição existente.

População abastecível: Parcela da população total, em uma área da comunidade, a ser abastecida pelo sistema de distribuição.

Consumidor singular: Aquele que, ocupando parte de uma área específica, apresenta um consumo específico significativamente maior que o produto da vazão específica da área, pela área por ele ocupada.

Consumidor especial: Aquele que deve ser atendido, independentemente de aspectos econômicos relacionados ao seu atendimento.

Alcance do plano: Data prevista para o sistema planejado passar a operar com utilização plena de sua capacidade.

Data de início do plano: Data de início das obras constituintes do sistema, previamente fixada pelo contratante.

Data de início de operação: Data previamente fixada pelo contratante para início da operação do sistema, tendo em vista o tempo necessário para a sua implantação.

2.2 – Condições Gerais

O estudo de concepção deve abordar, dependendo de sua aplicação e definição do contratante, os seguintes aspectos:

a) os problemas relacionados com a **configuração topográfica e características geológicas** da região de localização dos elementos constituintes do sistema;

b) **os consumidores a serem atendidos** até o alcance do plano e sua distribuição na área a ser abastecida pelo sistema;

c) a **quantidade de água** exigida por diferentes classes de consumidores e as **vazões** de dimensionamento;

d) no caso de existir sistema de distribuição, a integração das partes deste ao novo sistema;

e) a pesquisa e a definição dos **mananciais abastecedores**;

f) a demonstração de que o sistema proposto apresenta total compatibilidade entre suas partes;

g) o método de operação do sistema;

h) a definição das etapas de implantação do sistema;

i) a comparação técnico-econômica das concepções;

j) o estudo de viabilidade econômico-financeira da concepção básica.

2.3 - Consumidores a serem considerados

Os consumidores a serem considerados compreendem os estabelecimentos residenciais, industriais e públicos.

A População abastecível deve ser constituída, no alcance do plano, de:

a) pelo menos 80% da população residente, quando esse percentual não é fixado pelo contratante;

b) parcelas das populações flutuante e temporária, cujos abastecimentos apresentem interesse econômico ou social, a juízo do contratante.

A população residente deve ser avaliada de acordo com um dos seguintes critérios:

- Mediante a extrapolação de tendências de crescimento, definidas por dados estatísticos suficientes para constituir uma série histórica, observando-se:

- a) a aplicação de modelos matemáticos (mínimos quadrados) aos dados censitários do IBGE;

- deve ser escolhida como curva representativa de crescimento futuro, aquela que melhor se ajustar aos dados censitários;

- b) o emprego de métodos que considerem os índices de natalidade, mortalidade, crescimento vegetativo e correntes migratórias;

- em ambos os casos, devem ser considerados fatores que venham a alterar a tendência de evolução socioeconômica da comunidade em estudo e da região;

- a projeção populacional adotada deve ser atualizada a cada novo levantamento censitário do IBGE, por ocasião da implantação de etapas futuras;

c) todas as discrepâncias apresentadas nos dados estatísticos, utilizados para definir a tendência de crescimento, devem ser devidamente estudadas e explicadas;

- quando a discrepância é decorrente de desmembramento ou agregações, o fato deve ser convenientemente considerado, no que diz respeito à tendência de crescimento que está sendo pesquisada;

d) a utilização de dados estatísticos não provenientes do IBGE exige a comprovação de confiabilidade.

- Mediante a aplicação à última população conhecida da comunidade em estudo das mesmas tendências verificadas em comunidades com características análogas às da comunidade em estudo, quando inexistirem dados característicos suficientes para constituir uma série histórica.

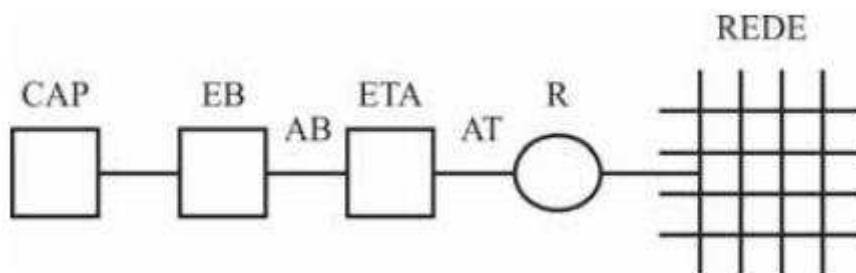
Pode ser aceito o estudo de crescimento de população, realizado com outra finalidade, desde que satisfaça aos critérios acima.

As populações flutuante e temporária devem ser avaliadas mediante critérios particulares, estabelecidos de comum acordo com o contratante.

Na falta de dados estatísticos ou informações de outras fontes e a critério do contratante, pode ser admitido que o número de estabelecimentos comerciais e públicos deve manter o mesmo fator de proporcionalidade com a população residente.

Os estabelecimentos industriais, que utilizam ou não água em seus processamentos, devem ser definidos por ocasião da elaboração do estudo de concepção, a partir de levantamento dos estabelecimentos existentes, com seus planos de expansão e dos que tiveram sua instalação já autorizada.

A população que condiciona o dimensionamento do sistema de abastecimento deve ser a população prevista até o alcance do plano, estudada segundo os critérios estabelecidos anteriormente.



(FUB/2015 – Cespe) 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 os itens que se seguem.

1) 87 - 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.

2) 88 - A configuração do sistema apresentado é adequada para os casos em que a adução e a distribuição sejam feitas por gravidade e o manancial se encontre em cota inferior à região de abastecimento.

3) 89 - Caso o manancial esteja nos padrões de potabilidade requeridos, a ETA é dispensável, e a desinfecção por cloração pode ser feita no próprio reservatório de distribuição.

4) (40 - BR Distribuidora/2008 - Cesgranrio) A NBR 12.211/1992 (Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água) determina que a população abastecível deve ser constituída, no alcance do plano de abastecimento, pela população residente em, pelo menos,

(A) 80%

(B) 70%

(C) 65%

(D) 35%

(E) 20%

2.4 - Determinação da demanda de água

Na determinação da demanda de água devem ser considerados o consumo das ligações medidas e não medidas e o volume de perdas no sistema. Os volumes faturados não servem de base para o cálculo da demanda de água.

Os valores das demandas de água, adotados para dimensionamento do sistema de abastecimento, devem ser baseados em condições locais.

No caso de comunidades que contam com sistema público de abastecimento de água, as demandas devem ser determinadas através de dados de operação do próprio sistema, a menos que ocorram condições que tornem esses dados não confiáveis.

Quando os dados disponíveis são confiáveis, os valores de consumo devem ser determinados de acordo com os seguintes critérios:

- **O consumo médio é igual à média dos volumes diários, consumidos no período mínimo de um ano.**

- **O coeficiente do dia de maior consumo (k1) deve ser obtido da 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. Recomenda-se que sejam considerados, no mínimo, cinco anos consecutivos de observações, adotando-se a média dos coeficientes determinados.

Recomenda-se que sejam feitas observações ao longo de cinco anos consecutivos no mínimo.

k_1 varia em geral de 1,10 a 1,50. No Brasil, costuma-se adotar $k_1 = 1,20$.

- O coeficiente da hora de maior consumo (k_2) é a relação entre a máxima vazão horária e a vazão média do dia de maior consumo.

k_2 varia em geral de 1,50 a 2,00. No Brasil costuma-se adotar $k_2 = 1,50$.

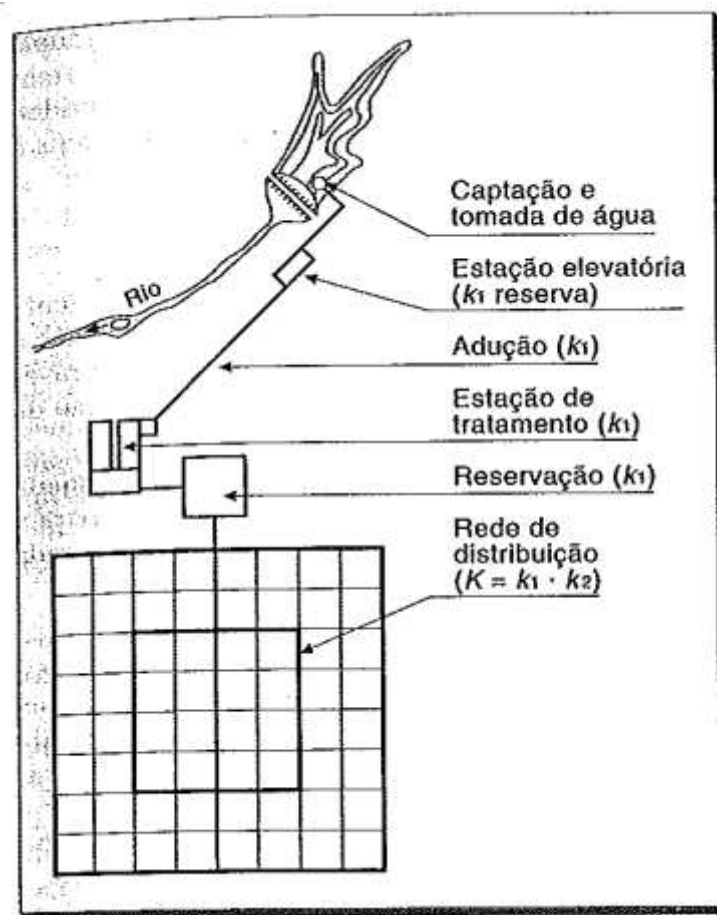
A multiplicação de k_1 por k_2 resulta no coeficiente de reforço (K).

$$K = k_1 \times k_2$$

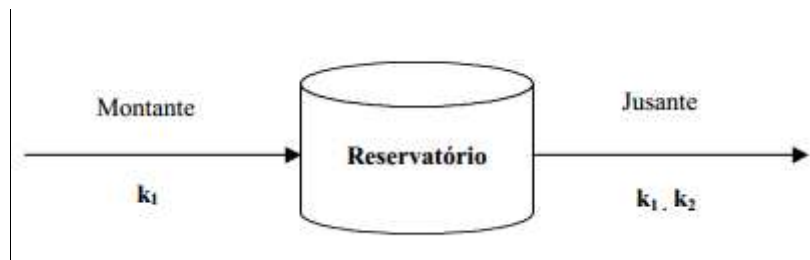
Pode-se adotar também um novo fator (k_3) para levar em conta as variações instantâneas de vazão. A utilização de k_3 geralmente ocorre onde são inexistentes os reservatórios prediais.

- Para a determinação dos valores do consumo médio diário, do coeficiente do dia de maior consumo e do coeficiente da hora de maior consumo, devem ser excluídos os consumos dos dias em que ocorram acidentes, no sistema, ou fatos excepcionais responsáveis por alteração do consumo.

Ao serem previstos reservatórios de distribuição com capacidade adequada para suprir os volumes excedentes nas horas de grande consumo, as instalações situadas a montantes (antes do reservatório) não precisam ser dimensionadas com o coeficiente k_2 , conforme representado na figura a seguir:



Fonte: Azevedo Neto



Fonte: Sandro Filippo (IME)

Os **principais fatores que influenciam o consumo** de água numa localidade são:

a) Clima: quanto mais quente maior o consumo;

b) Padrão de Vida da população: quanto mais alto o padrão de vida maior o consumo;

c) Hábitos da População: higiene, turismo, esportes etc;

d) Sistema de Fornecimento e Cobrança: se o serviço é medido inibe o consumo;

e) Qualidade da água fornecida: água de boa qualidade tende a aumentar o consumo;

f) Custo da Tarifa: tarifas altas inibem o consumo;

g) Pressão na rede distribuidora: quanto maior a pressão, maior a vazão fornecida e, conseqüentemente, maior o consumo;

h) A natureza, o crescimento e as características da cidade: o consumo por habitante tende a aumentar com o crescimento da cidade; quanto maior o grau de desenvolvimento de uma cidade maior o consumo;

i) Atividades industriais, comerciais e públicas: cada atividade desta possui um tipo de consumo diferenciado; a predominância destas atividades altera o consumo por habitante.

Consideram-se os seguintes tipos de consumo da água: uso doméstico, uso comercial, uso industrial, uso público, usos especiais (combate a incêndios), e perdas e desperdícios.

Perda é a diferença entre o volume de água produzido nas Estações de Tratamento de Água – ETA e o total dos volumes medidos nos hidrômetros, ou seja, índice de perdas é a porcentagem do volume produzido que não é faturada pela concessionária dos serviços.

Uma medida para reduzir as perdas, é reduzir a pressão na rede, introduzindo válvulas de redução de pressão em pontos estratégicos, para atuação onde as pressões são elevadas.

5) (78 – Alepe/2014 – FCC) As limitações de velocidade nas tubulações estão associadas tanto à segurança e durabilidade, quanto ao custo de implantação e operação. Considerando as demandas máximas diárias no início e no final da etapa de execução de rede, as velocidades mínima e máxima admitidas nas tubulações são, em m/s, respectivamente, iguais a

(A) 0,6 e 4,7.

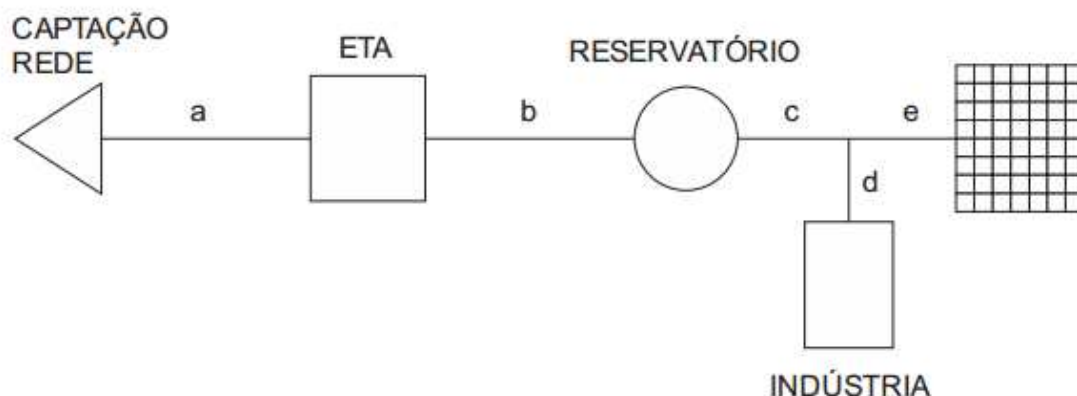
(B) 0,5 e 2,0.

(C) 0,6 e 3,5.

(D) 0,8 e 3,5.

(E) 0,5 e 4,7.

6) (43 – CNMP/2015 – FCC) Um município terá um sistema de abastecimento conforme esquematizado abaixo:



Considere as seguintes informações para análise do sistema de abastecimento

- consumo médio per capita: 220 L/dia
- coeficiente de variação diária: 1,20
- coeficiente de variação horária: 1,40
- população futura da cidade: 216.000 habitantes
- a vazão destinada à indústria é constante

Uma indústria estará localizada entre o reservatório e o município e terá um consumo diário regularizado de 8 640 m³

. Desta forma, no trecho b, o consumo correspondente à rede estará afetado

(A) pelos coeficientes de variação diária e de variação horária. A vazão destinada à indústria sendo constante não deverá ser adicionada, assim a vazão do trecho b é 924 litros por segundo.

(B) somente pelo coeficiente de variação diária. A vazão destinada à indústria sendo constante não deverá ser adicionada, assim a vazão do trecho b é 660 litros por segundo.

(C) somente pelo coeficiente de variação horária. A vazão destinada à indústria sendo constante deverá ser simplesmente adicionada, assim a vazão do trecho b é 870 litros por segundo.

(D) somente pelo coeficiente de variação diária. A vazão destinada à indústria sendo constante deverá ser simplesmente adicionada, assim a vazão do trecho b é 760 litros por segundo.

(E) somente pelo coeficiente de variação horária. A vazão destinada à indústria sendo constante não deverá ser adicionada, assim a vazão do trecho b é 770 litros por segundo.

7) (94 - ABIN/2010 – Cespe) Considerando que, em uma agrovila de 50 ha, onde residam mil pessoas, o consumo médio diário de água seja de 100 L por habitante e o coeficiente do dia de maior consumo seja igual 1,5, então a vazão máxima de consumo no projeto de uma rede malhada para atender essa agrovila será de 1,5 L/s.

8) (46 – CNMP/2015 – FCC) O consumo anual de um município brasileiro na década de 1980 foi de 365 000 000 m³ de água. No dia 1º de janeiro de 1981, foi registrado o maior consumo diário anual de 850 000 m³. A relação entre o consumo diário máximo e o consumo diário médio, no ano de 1981, é

(A) 2,25

(B) 1,85

(C) 1,00

(D) 1,25

(E) 0,85

2.5 - Mananciais abastecedores

Devem ser considerados abastecedores todos os mananciais que apresentem condições sanitárias satisfatórias e que, isolados ou

agrupados, apresentem vazão suficiente para atender à demanda máxima prevista para o alcance do plano.

Devem ser levadas em conta as condições futuras que os mananciais possam apresentar, em decorrência do crescimento de agentes poluidores.

Os mananciais abastecedores podem ser classificados em dois grandes grupos: manancial subterrâneo e manancial superficial.

A vazão a ser considerada, para fins de escolha de mananciais abastecedores, deve ser a correspondente ao dia de demanda máxima prevista para o alcance do plano.

Devem ser criteriosamente considerados quaisquer outros usos dos mananciais que possam ser abastecedores do sistema.

Quando a diferença entre a vazão disponível estimada para o manancial e a vazão requerida não ultrapassar 10% da vazão necessária, além do manancial estudado para abastecer o sistema, deve-se complementar a vazão requerida em condições técnicas e econômicas aceitáveis.

3 – CAPTAÇÃO DE ÁGUA

As obras de captação dependem do manancial a ser aproveitado na implantação do sistema de abastecimento de água.

3.1 – Captação de água subterrânea

Primeiramente, avaliam-se as reservas existentes por estudos prospectivos.

a) Fontes ou Bicas de Água (água aflorante ou surgente)

As fontes ou bicas de água, com água aflorante ou surgente, normalmente fornecem pouca vazão. As obras consistem basicamente de uma caixa receptora e acumuladora. Dessa caixa, a água deverá ser levada para a estação de tratamento para posterior distribuição.

b) Lençol Freático ou Subsuperficial

O aproveitamento do lençol freático ou subsuperficial é feito normalmente em fundos de vale ou nas suas proximidades. A vazão também é relativamente baixa. O aproveitamento pode ser feito horizontalmente por um sistema de drenos coletores ou verticalmente pela perfuração de poços rasos.

O tipo de captação vai depender da espessura da camada aquífera. Recomenda-se profundidade mínima de 3 m para a coleta dessas águas, a fim de impedir a entrada de água insuficientemente filtrada através do solo.

c) Lençol Profundo ou Artesiano

Abaixo do lençol freático ou subsuperficial, geralmente, encontram-se camadas de terreno impermeável, com camadas aquíferas, denominadas lençol profundo ou artesiano. A extração dessa água se faz pela perfuração de poços tubulares profundos.

Na perfuração de poços profundos numa região sinclinal, a água contida no lençol artesiano poderá jorrar devido à pressão da água situada nas partes mais elevadas do lençol, obtendo-se o denominado artesianismo natural. Já na perfuração de poços numa região plana, sem elevações próximas, a água terá que ser elevada por conjuntos motor-bomba, denominando-se, então, artesianismo comum.

O diâmetro útil desses poços é função direta da vazão de aproveitamento do poço, variando normalmente entre 150 a 300 mm, podendo chegar a 600 mm.

Quando a camada aquífera é constituída de material granular, instalam-se filtros, telas ou crivos na sua extremidade inferior.

3.2 – Captação de Águas Superficiais

Os mananciais superficiais são constituídos pelos córregos, rios, lagos e reservatórios artificialmente criados. Estes últimos, quando construídos com a finalidade de garantir determinado volume de água para fins de abastecimento público, passam a fazer parte da captação do sistema.

De um modo geral, os elementos de um captação e tomada de água em mananciais superficiais são:

- barragens de acumulação ou de manutenção de nível a fim de complementar a vazão na época de estiagens ou para facilitar a retirada de água;
- dispositivo de tomada de água protegido, de forma a impedir a entrada de materiais em suspensão na água (grades, caixas desanadoras etc);
- mecanismos de controle de entrada de água;
- tubulações e órgãos acessórios;
- poço de sucção das bombas;
- casa de bombas, para alojamento dos conjuntos elevatórios.

No caso de lagos e rios de grande profundidade, com grandes oscilações do nível de água, recomenda-se a construção de torres de tomada ou tubulações junto ou nas proximidades da margem, dentro

das quais são instaladas bombas de eixo vertical. Os motores e o equipamento elétrico de comando e controle ficam instalados na parte superior da estrutura, acima no nível da enchente máxima.

3.3 – Definições da NBR 12212

- **Captação:** conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto a um manancial, para a retirada de água destinada a um sistema de abastecimento.
- **Barragem de nível:** obra executada em curso de água para elevar o nível do manancial a uma cota predeterminada.
- **Enrocamento:** barragem de nível constituída de blocos de rocha colocados no curso de água.
- **Tomada de Água:** conjunto de dispositivos destinado a conduzir a água do manancial para as demais partes constituintes da captação.
- **Grade:** dispositivo constituído de barras paralelas, destinado a impedir a passagem de materiais grosseiros, flutuantes ou em suspensão.
- **Tela:** dispositivo constituído de fios que formam malhas destinado a reter materiais flutuantes não retidos na grade.
- **Desanador:** dispositivo destinado a remover da água partículas, com velocidade de sedimentação igual ou superior a um valor prefixado.
- **Transporte intenso:** transporte de sólidos sedimentáveis em suspensão, com concentração superior a 1 g/L.

3.4 – Condições gerais e específicas

A captação deve ser localizada em trecho reto ou próximo à margem externa do curso de água.

Quando o nível de água mínimo de projeto o exige, deve ser prevista a construção de barragem de nível.

Em caso de transporte de sólidos intenso, deve ser estudada a possibilidade de inserção de barragem oblíqua em relação ao eixo do rio, ou da localização da tomada de água em canal lateral.

4 – ADUÇÃO

As adutoras são as canalizações principais destinadas a conduzir água entre as unidades de um sistema público de abastecimento que antecedem a rede de distribuição.

Elas interligam a captação e tomada de água à estação de tratamento de água, e esta, aos reservatórios do mesmo sistema.

Canalizações secundárias derivadas da adutora destinadas a conduzir água até outros pontos do sistema denominam-se subadutoras, assim como as canalizações que conduzem água de um reservatório de distribuição para outro.

As adutoras e as subadutoras são as unidades principais de um sistema público de abastecimento de água.

Em função da natureza da água conduzida, as adutoras e subadutoras podem ser denominadas de água bruta ou de água tratada. Já quanto à energia utilizada pela movimentação da água, elas podem ser: por gravidade (conduto livre ou forçado), por recalque ou mistas (combinação das anteriores).

4.1 – Definições da NBR 12215

- **Conduto de parede fina:** aquele em que a relação entre o seu diâmetro interno e a espessura da parede é maior do que 25.

- **Conduta forçada:** aquele em que a água ocupa totalmente a seção de escoamento, com pressão diferente da atmosférica.
- **Conduto livre:** aquele em que a água ocupa apenas parte da seção de escoamento e apresenta, assim, superfície livre, sujeita a pressão atmosférica.
- **Golpe de aríete:** fenômeno de escoamento de um líquido em conduto forçado, em regime variado.
- **Sifão:** conduto forçado por gravidade, situado inteiramente acima da linha piezométrica.
- **Sifão invertido:** conduto forçado por gravidade, **situado inteiramente abaixo da linha piezométrica** e que normalmente interliga dois trechos da adutora de conduto livre.

4.2 – Caminhamento da adutora

O caminhamento da adutora deve evitar regiões pantanosas, áreas submersas ou submetidas a trabalhos de dragagem, áreas com declividade elevada e qualquer outro obstáculo que comprometa os trabalhos de sua implantação, operação e manutenção.

Deve-se evitar interferências com: instalações aeroportuárias, complexos industriais, vias de tráfego intenso, assim como estradas de ferro eletrificadas.

Em áreas urbanas, o caminhamento fica condicionado ao sistema viário existente ou planejado.

4.3 – Projeto de adutora de conduto livre

A adutora pode ter trechos retilíneos ou curvos em planta, sendo recomendado manter declividade constante. **A declividade**

máxima admitida em cada trecho da adutora é limitada pelos valores de velocidade.

Caso as condições topográficas ou de estabilidade das paredes o exijam, a adutora pode ser escalonada, para atender aos critérios de velocidade máxima em cada trecho.

O escalonamento pode ser obtido por queda vertical livre ou inclinada, sendo que:

a) na queda inclinada, o escoamento deve passar do regime fluvial no trecho de montante para o regime torrencial ao longo de um trecho inclinado, constituído de material resistente aos efeitos da alta velocidade e com formato adequado para a boa concordância entre os condutos de montante e de jusante;

b) após a queda, deve existir estrutura de dissipação da energia cinética.

A concordância entre a adutora e um sifão invertido de seção circular deve ser feita por meio de uma estrutura de transição, projetada de modo a manter estável o regime de escoamento a montante e a jusante do sifão.

Em determinadas seções da adutora devem ser previstas dispositivos de isolamento e extravasamento, estes com canais adequados de descarga, que garantam a estabilidade da adutora.

A adutora transportando água potável deve ser totalmente fechada, ter paredes impermeáveis e ser protegida contra possível contaminação por agentes externos.

A adutora aberta ou com cobertura descontínua deve ser protegida contra os efeitos de enxurradas.

O dimensionamento da adutora deve ser feito de preferência pela fórmula de Chezy.

No dimensionamento dos trechos da adutora sujeitos a escoamento gradualmente variado, deve-se efetuar o cálculo das curvas de remanso hidráulico.

Nas adutoras não revestidas, deve ser verificada a estabilidade do fundo e dos taludes à erosão.

As velocidades máximas para dimensionamento de adutoras revestidas são:

- alvenaria de tijolos: 2,5 m/s
- rochas estratificadas: 2,5 m/s
- rochas compactas: 4,0 m/s
- concreto: 5,0 m/s

Quando a água transporta material sólido, deve-se observar o limite mínimo de velocidade, de modo a evitar a deposição de sedimentos.

A adutora de seção transversal fechada deve ter lâmina d'água máxima correspondente à seção de escoamento de máxima eficiência.

4.4 – Projeto de adutora de conduto forçado

A adutora deve ser composta de trechos ascendentes com declividade não inferior a 0,2% e trechos descendentes com declividade não inferior a 0,3%, mesmo em terrenos planos.

São recomendados os traçados que apresentem trechos ascendentes longos com pequena declividade, seguidos de trechos descendentes curtos, com maior declividade.

A linha piezométrica da adutora em regime permanente deve situar-se, em quaisquer condições de operação, acima da geratriz superior do conduto.

No caso de adutora precedida de conduto livre descoberto, deve haver, na entrada do conduto forçado, grade e tela.

Adutoras ramificadas devem ter dispositivos para controle da vazão em cada ramo alimentador de reservatório, bem como válvulas de fechamento das derivações, para isolamento e manutenção de trechos sem paralisar totalmente o abastecimento.

As adutoras compostas de trecho de recalque seguido por gravidade devem conter dispositivos que desempenhem as seguintes funções:

a) garantir a pressão atmosférica no ponto de transição dos dois trechos;

b) controlar e compatibilizar as vazões dos dois trechos em condições normais de operação.

O cálculo da perda de carga distribuída deve ser feito de preferência pela fórmula universal. Para a utilização da fórmula universal, podem ser adotados os valores da viscosidade cinemática da água.

As perdas de carga singulares devem ser sempre consideradas no cálculo da perda de carga total.

Deve ser considerado o efeito do envelhecimento do material da adutora.

4.5 – Obras e dispositivos especiais

Deve ser previsto dispositivo de descarga e admissão de ar nos pontos altos, imediatamente antes e logo após as descargas de água da adutora.

O dispositivo deve ser dimensionado para descarregar vazão de ar igual à vazão máxima de água na adutora, em condições de enchimento com velocidade máxima de 0,30 m/s.

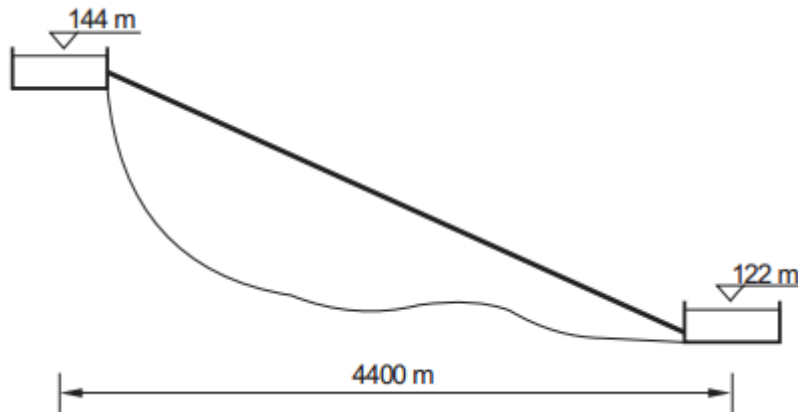
O dispositivo deve admitir vazão de ar igual à vazão máxima de água descarregada pelo ponto de descarga mais próximo, em condições normais de operação, e vazão de ar suficiente para evitar o colapso da adutora, em condições de escoamento variado.

São exigidos pontos intermediários de entrada de ar quando a linha piezométrica correspondente à descarga de um trecho da adutora está situada abaixo desta.

Nos pontos baixos da adutora devem ser instalados dispositivos para descarga da água.

O dispositivo deve ser dimensionado de modo a propiciar velocidade mínima de arrasto, para remover o material eventualmente sedimentado.

9) (44 – CNMP/2015 – FCC) Considere uma adutora que interliga dois reservatórios distanciados entre si 4 400 m e que possui vazão média de 200 litros por segundo.



Os níveis médios de água nesses reservatórios correspondem às cotas altimétricas de 144 m e 122 m, respectivamente. Para se obter o menor diâmetro para a adutora,

- (A) todo o desnível deverá ser aproveitado para vencer as forças de atrito. Isto significa atribuir máxima perda de carga no escoamento, desta forma, o gradiente hidráulico correspondente à perda de carga unitária é 5 m/km.
- (B) o desnível não deverá ser aproveitado para vencer as forças de atrito. Isto significa atribuir máxima perda de carga no escoamento, desta forma, o gradiente hidráulico correspondente à perda de carga unitária é 2 m/km.
- (C) todo o desnível deverá ser aproveitado para vencer as forças de atrito. Isto significa atribuir mínima perda de carga no escoamento, desta forma, o gradiente hidráulico correspondente à perda de carga unitária é 200 m/km.
- (D) 50% do desnível deverá ser aproveitado para vencer as forças de atrito. Isto significa atribuir mínima perda de carga no escoamento, desta forma, o gradiente hidráulico correspondente à perda de carga unitária é 2,5 m/km.

(E) 50% do desnível deverá ser aproveitado para vencer as forças de atrito. Isto significa atribuir 50% da perda de carga no escoamento, desta forma, o gradiente hidráulico correspondente à perda de carga unitária é 2,5 m/km

5 – RESERVATÓRIOS DE DISTRIBUIÇÃO

São unidades destinadas a compensar as variações horárias de vazão. A depender da sua configuração e posição com relação à rede, os reservatórios podem ser classificados em:

- a) enterrados, semienterrados, apoiados ou elevados;
- b) de montante ou de jusante.

Os reservatórios de distribuição são dimensionados para satisfazer às seguintes condições:

- funcionar como volantes de distribuição, atendendo à variação horária do consumo (volume útil);
- prover uma reserva de água para combate a incêndios;
- manter uma reserva para atender as condições de emergência (acidentes, reparos nas instalações, interrupções da adução etc).

Para satisfazer à primeira condição, os reservatórios, empiricamente, devem ter capacidade superior a 1/6 do volume consumido em 24 horas. O cálculo do volume necessário deve ser feito com o diagrama de massas, quando se conhece a variação de consumo.

Para atender a segunda condição, a saída de água operacional fica acima do fundo e a saída de incêndio, no fundo.

No caso de reservatórios elevados (torres), por medida econômica, adota-se o dimensionamento na base de 1/5 do volume distribuído em 24 horas (torres isoladas), chegando-se a 1/8.

Quando houver reservatórios elevados e enterrados, a capacidade total deverá corresponder a 1/3 do volume distribuído em 24 horas, de forma a reduzir as partidas e paradas das bombas e garantir uma reserva mínima em cota elevada para casos de interrupção do fornecimento de energia elétrica.

Para atender à condição de manutenção das pressões na rede de distribuição dentro dos limites pré-fixados é necessário que:

- a pressão dinâmica mínima da rede no nó mais desfavorável da rede seja de 100 kPa (10 mca);
- a pressão estática máxima da rede no nó mais baixo da rede seja de 500 kPa (50 mca).

10) (152 - CGE-PI/2015 – Cespe) Os reservatórios de distribuição de água no meio urbano funcionam como volante da distribuição, devendo ter capacidade superior a 1/6 do volume consumido nos horários de pico do dia, mantendo uma reserva de água para combate a incêndios e situações de emergência.

11) (97 - ABIN/2010 – Cespe) Uma das finalidades dos dispositivos de ventilação dos reservatórios de água é evitar pressões diferenciais perigosas na estrutura do reservatório.

5.1 – Definições da NBR 12217

- **Reservatório de distribuição:** Elemento do sistema de abastecimento de água destinado a regularizar as variações entre as

vazões de adução e de distribuição e condicionar as pressões na rede de distribuição.

- **Reservatório elevado:** Reservatório cuja função principal é condicionar as pressões nas áreas de cotas topográficas mais altas que não podem ser abastecidas pelo reservatório principal.
- **Reservatório de montante:** Reservatório que sempre fornece água à rede de distribuição.
- **Reservatório de jusante (ou de sobra):** Reservatório que pode fornecer ou receber água da rede de distribuição.
- **Volume útil:** Volume compreendido entre os níveis máximo e mínimo, para atender às variações diárias de consumo.
- **Nível máximo:** Maior nível que pode ser atingido em condições normais de operação.
- **Nível mínimo:** Correspondente à lâmina necessária para evitar vórtices, cavitação e arrasto de sedimentos do fundo do reservatório.
- **Reservação total:** Soma dos volumes úteis de todos os reservatórios, que pode ser referida a uma única zona de pressão ou a todo o sistema de distribuição

5.2 – Condições gerais e específicas

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.

O fundo do reservatório deve ficar acima do nível de água máximo do lençol freático e da cota de inundação máxima.

Sob o fundo do reservatório, construído de material fissurável, deve ser previsto sistema de drenagem subestrutural, para eventuais vazamentos.

A velocidade de água na canalização de entrada não deve exceder o dobro da velocidade na adutora que alimenta o reservatório.

A velocidade da água na canalização de saída não deve exceder uma vez e meia a velocidade na tubulação da rede principal imediatamente a jusante.

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.

12) (64 – TCE-RS/2014 – FCC) O reservatório de distribuição de água cuja função é servir de volante de regularização das transições entre bombeamento e/ou adução por gravidade, intercalado no sistema de adução, é, quanto à localização no sistema de distribuição, o reservatório

(A) enterrado.

(B) apoiado.

(C) de jusante.

(D) de montante.

(E) de posição intermediária.

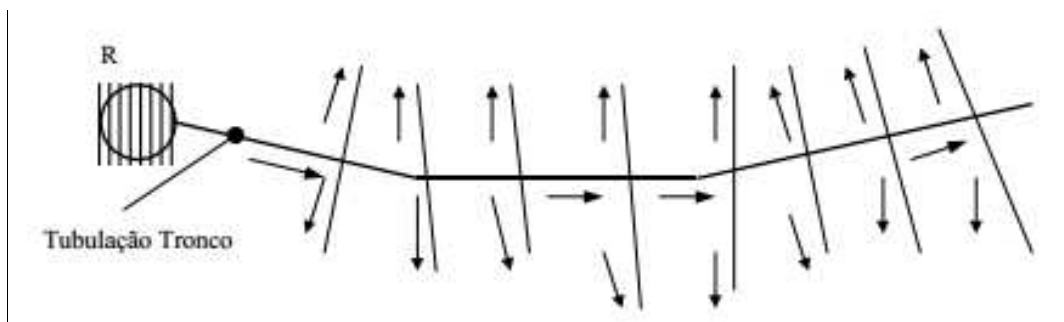
6 – REDE DE DISTRIBUIÇÃO

É a unidade do sistema que conduz a água para os pontos de consumo, constituída por um conjunto de tubulações e peças especiais, com o intuito de garantir o abastecimento dos consumidores de forma contínua nas quantidades e pressão recomendadas.

Os condutos da rede de distribuição podem ser classificados em principais e secundários, sendo os principais os de maior diâmetro responsáveis pela alimentação de condutos secundários.

Segundo o seu traçado, as redes de distribuição podem ser:

- **ramificadas:** admitem um único sentido de circulação da água. Caracterizam-se por uma artéria principal, da qual partem transversais que dão um formato de “espinha de peixe”, nome pelo qual também é conhecida. É comum em pequenas localidades de traçado linear;

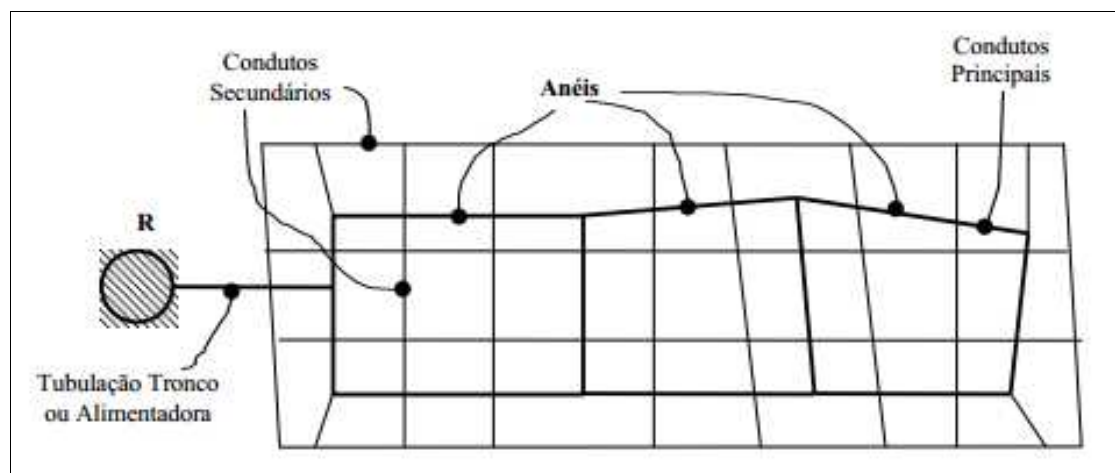


Fonte: Sandro Filippo (IME)

- **malhadas:** o sentido de circulação em cada trecho depende da diferença de pressões em seus nós extremos. Os condutos formam verdadeiras malhas, nas quais a água pode se deslocar num ou noutro sentido, dependendo da solicitação do consumo. Isso permite que uma tubulação seja reparada sem prejudicar o

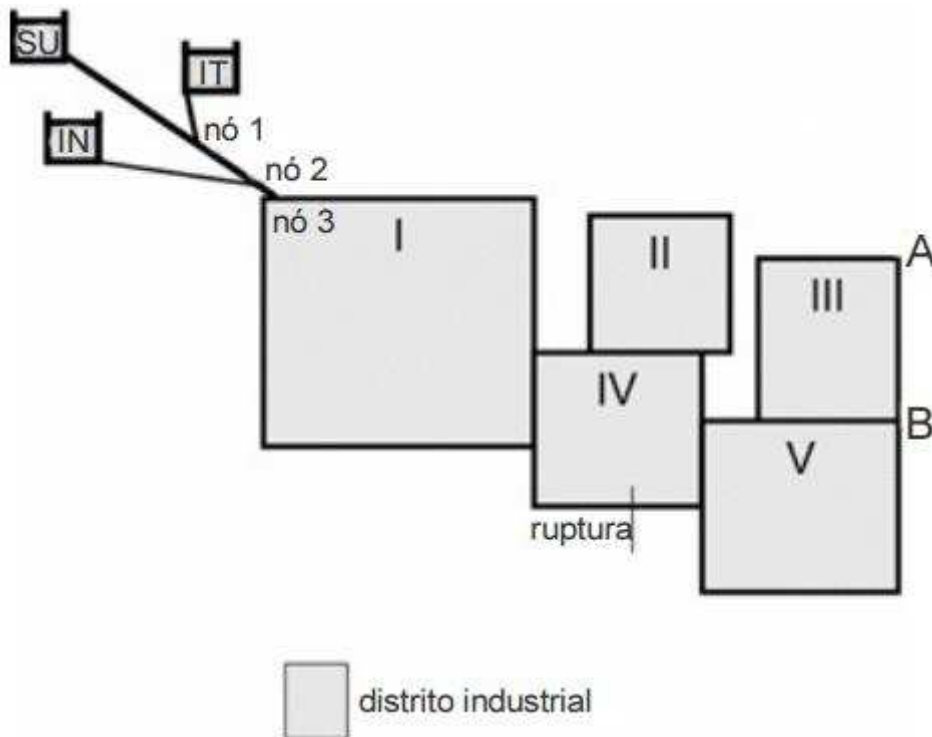
abastecimento de grandes áreas, pois a água efetuará um caminhamento diferente através de outros condutos. Nesta ocasião basta fechar os registros de manobra das extremidades do trecho a ser reparado para isolá-lo do conjunto.

Este tipo de rede é adotado em quase todos os centros urbanos. Ao contrário das redes ramificadas que apresentam uma tubulação tronco, nas redes malhadas existem várias canalizações principais, formando vários anéis.



Fonte: Sandro Filippo (IME)

13) (95 - ABIN/2010 - Cespe) Nas redes ramificadas, sistema de distribuição de água frequentemente usado em pequenas comunidades, o sentido da vazão em qualquer trecho da rede é sempre conhecido.



(Perito PF/2012 – Cespe) Um distrito industrial é abastecido por diversas fontes de água. A condução da água dessas fontes é direcionada a três reservatórios: um superior (SU), um intermediário (IT) e um inferior (IN), que abastecem o distrito industrial por meio de uma rede fechada em anéis, de acordo com o esquema apresentado acima. A respeito do funcionamento hidráulico desse sistema de abastecimento, julgue os itens seguintes.

14) 84 - Se a cota piezométrica do nó 1 for superior ao nível do reservatório intermediário, então o reservatório superior estará abastecendo o reservatório intermediário.

15) 85 - Se ocorrer uma ruptura na canalização do anel IV, na seção indicada, e um curto trecho for isolado para que seja realizado o serviço de manutenção, mesmo durante esse procedimento permanecerá inalterada a garantia de abastecimento do trecho entre A e B do anel III.

6.1 – Definições da NBR 12218

- **Rede de distribuição:** Parte do sistema de abastecimento formada de tubulações e órgãos acessórios, destinada a colocar água potável à disposição dos consumidores, de forma contínua, em quantidade e pressão recomendadas.
- **Setor de manobra:** Menor subdivisão da rede de distribuição, cujo abastecimento pode ser isolado, sem afetar o abastecimento do restante da rede.
- **Setor de medição:** 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.
- **Consumo:** Quantidade de água utilizada pelos consumidores numa unidade de tempo.
- **Vazão de distribuição:** Consumo acrescido das perdas que podem ocorrer na rede.
- **Categoria de consumidor:** Qualificação do consumidor, de acordo com o uso principal que faz da água.
- **Área específica da rede de distribuição:** Área de característica própria de ocupação, concentração demográfica e categoria de consumidor.
- **Vazão específica:** Vazão de uma área específica, expressa em vazão por unidade de área ou por unidade de comprimento de tubulação.
- **Condutores ou tubulações principais:** Tubulações da rede de distribuição, verificadas por cálculo hidráulico, mediante concentração das vazões máximas de dimensionamento em seus nós.

- **Condutos ou tubulações secundárias:** Demais tubulações da rede de distribuição.
- **Pressão estática disponível ou simplesmente pressão estática:** Pressão, referida ao nível do eixo da via pública, em determinado ponto da rede, sob condição de consumo nulo.
- **Pressão dinâmica disponível ou simplesmente pressão dinâmica:** Pressão, referida ao nível do eixo da via pública, em determinado ponto da rede, sob condição de consumo não nulo.
- **Zona de pressão:** Área abrangida por uma subdivisão da rede, na qual as pressões estática e dinâmica obedecem a limites prefixados.

6.2 - Perímetro da área abastecível

Devem ser definidos os contornos das diferentes áreas específicas, considerando as seguintes ocupações de solo: residencial, comercial, industrial e especial.

A área abastecível deve conter as diferentes áreas específicas do perímetro urbano atual e de expansão, de acordo com a legislação de uso e ocupação do solo.

Na falta de legislação de uso e ocupação do solo, devem ser consideradas como áreas de expansão aquelas que apresentam possibilidade de desenvolvimento promissor.

6.3 - Vazões específicas para dimensionamento

Devem ser estabelecidas as vazões para dimensionamento, para atender áreas específicas.

Devem ser consideradas as vazões para as áreas de expansão.

Devem ser identificados os consumidores singulares e os respectivos consumos, mediante levantamento de campo ou outro procedimento devidamente justificado.

Não devem ser previstas demandas especiais para combate a incêndios em condições operacionais normais da rede.

Casos em que as demandas especiais para combate a incêndios são consideradas no dimensionamento da rede, em condições normais de operação, devem ser justificados.

6.4 - Hidrantes

Em comunidades com demanda total inferior a 50 l/s, pode-se dispensar a instalação de hidrantes na rede, devendo existir um ponto de tomada junto ao reservatório para alimentar carros-pipa para combate a incêndio.

Em comunidades com demanda total superior a 50 l/s, devem-se definir pontos significativos para combate a incêndio, mediante consulta ao corpo de bombeiros, e localizar as áreas de maior risco de incêndio.

Os hidrantes devem ser separados pela distância máxima de 600 m, contada ao longo dos eixos das ruas.

Os hidrantes devem ser de 10 l/s de capacidade nas áreas residenciais e de menor risco de incêndio, e de 20 l/s de capacidade em áreas comerciais, industriais, com edifícios públicos e de uso público, e com edifícios cuja preservação é de interesse da comunidade.

Os hidrantes devem ser ligados à tubulação da rede de diâmetro mínimo de 150 mm, podendo ser de coluna ou subterrâneo com orifício de entrada de 100 mm, para as áreas de maior risco, ou

do tipo subterrâneo com orifício de entrada de 75 mm, para áreas de menor risco.

6.5 - Zonas de pressão

A pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 kPa, e a pressão dinâmica mínima, de 100 kPa.

Para atender aos limites de pressão, a rede deve ser subdividida em zonas de pressão, com reservatórios próprios ou com válvulas de redução de pressão.

Os valores da pressão estática superiores à máxima e da pressão dinâmica inferiores à mínima podem ser aceitos, desde que justificados técnica e economicamente.

Trechos de condutos principais que não abastecem consumidores ou tubulações secundárias não estão sujeitos aos limites de pressão estabelecidos acima, mas devem ser verificados quanto à estabilidade estrutural e à segurança sanitária.

6.6 - Traçado dos condutos principais e secundários

Os condutos principais devem ser localizados em vias públicas, formando, preferencialmente, circuitos fechados.

Os condutos secundários devem formar rede malhada, podendo ou não ser interligados nos pontos de cruzamento.

Ao longo de condutos principais, com diâmetro superior a 300 mm, devem ser previstos condutos secundários de distribuição.

A rede deve ser dupla nos seguintes casos:

a) em ruas principais de tráfego intenso;

b) quando estudo demonstrar que a rede dupla seja mais econômica.

6.7 - Dimensionamento dos condutos

A velocidade mínima nas tubulações deve ser de 0,6 m/s, e a máxima, de 3,5 m/s; estes limites referem-se às demandas máximas diárias no início e no final da etapa de execução da rede.

O diâmetro mínimo dos condutos secundários é de 50 mm.

O cálculo da perda de carga distribuída deve ser feito preferencialmente pela fórmula universal, considerando, também, o efeito do envelhecimento do material das tubulações da rede.

O dimensionamento dos circuitos fechados, formados de condutos principais, e a análise do funcionamento global da rede devem ser realizados por métodos de cálculo iterativos, que garantam resíduos máximos de vazão e de carga piezométrica de 0,1 l/s e 0,5 kPa, respectivamente.

O dimensionamento de trechos ramificados pode ser feito, admitida a distribuição uniforme do consumo ao longo do trecho, calculando a perda de carga com base na vazão da extremidade de jusante somada à metade da vazão distribuída.

O dimensionamento dos condutos principais, que formam circuitos fechados, pode ser feito supondo consumos localizados nos pontos nodais e em pontos singulares intermediários.

Os consumidores especiais ou singulares, considerados conforme definições da NBR 12211, devem ter suas vazões associadas a pontos nodais ou singulares intermediários, em caso de

a rede formar circuitos fechados, ou a derivações, em caso de rede ramificada.

A rede deve ser calculada hidraulicamente para as vazões de dimensionamento, verificando-se os limites de pressão fixados anteriormente (A pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 kPa, e a pressão dinâmica mínima, de 100 kPa).

A rede também deve ser calculada hidraulicamente, verificando-se o atendimento às vazões nos hidrantes.

Admite-se, nesta verificação hidráulica, que apenas um hidrante seja operado por vez.

16) (78 – Alepe/2014 – FCC) As limitações de velocidade nas tubulações estão associadas tanto à segurança e durabilidade, quanto ao custo de implantação e operação. Considerando as demandas máximas diárias no início e no final da etapa de execução de rede, as velocidades mínima e máxima admitidas nas tubulações são, em m/s, respectivamente, iguais a

(A) 0,6 e 4,7.

(B) 0,5 e 2,0.

(C) 0,6 e 3,5.

(D) 0,8 e 3,5.

(E) 0,5 e 4,7.

6.8 – Órgãos e equipamentos acessórios

Os principais órgãos acessórios de uma rede de abastecimento são:

- **Válvulas ou Registros de Manobra:** empregadas para permitir o fechamento da rede por setores de maneira que permita executar manobras operacionais no caso de eventuais reparos na rede. Empregado principalmente nos pontos de derivação da rede.

- **Ventosas:** empregada nos pontos altos da rede para remover o ar que tende a acumular, bem como preencher os vazios provocados por descargas, vazamentos ou subpressões.

- **Descargas:** são executadas com um registro de gaveta ligado a uma derivação do tubo. São empregadas para retirar o ar quando da colocação do tubo em carga e para permitir o esvaziamento de trechos da tubulação, no caso de necessidade de reparo. São localizadas sempre nos pontos mais baixos das redes distribuidoras.

- **Hidrantes:** são empregados para o combate a incêndios, eventualmente podem ser usados para descargas das linhas distribuidoras e ainda como pontos para medida de pressão. São localizados nos passeios, derivados de redes alimentadoras e distribuidoras, em pontos convenientes da rede.

Em conduto secundário, deve ser prevista válvula de manobra junto ao ponto de ligação a conduto principal.

Devem ser previstas válvulas de descarga nos pontos baixos da rede. A válvula de descarga deve ser disposta para esvaziar totalmente a tubulação e impedir a entrada de água.

O diâmetro mínimo da válvula de descarga, em tubulação, com diâmetro igual ou maior que 100 mm, deve ser de 100 mm, e, com diâmetro inferior a 100 mm, deve ser de 50 mm.

Nos pontos altos dos condutos principais, devem ser previstas ventosas, protegidas do contato com água de saturação do solo ou de inundação.

17) (96 - ABIN/2010 - Cespe) Os principais critérios hidráulicos empregados no projeto de redes de distribuição de água são pressão, velocidade, diâmetro e condutividade hidráulica do terreno onde se instalará a rede.

7 – ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS OU DE RECALQUE

Geralmente faz-se necessária a construção de estações elevatórias, seja para a captação de águas superficiais ou subterrâneas, seja para recalca-las a pontos distantes ou mais elevados, ou para aumento de vazão de linhas adutoras (*booster*).

As estações elevatórias são mais utilizadas nos sistemas de abastecimento de água para :

- Captar a água de superfície ou de poço;
- Recalcar a água a pontos distantes ou elevados;
- Reforçar a capacidade de adução.

A utilização das estações elevatórias dentro do Sistema de Abastecimento de Água tem as seguintes desvantagens:

- Elevam despesas de operação devido aos gastos com energia;
- São vulneráveis a interrupções e falhas no fornecimento de energia;
- Exigem operação e manutenção especializada, aumentando ainda mais os custos com pessoal e equipamentos.

7.1 – Componentes de uma Estação Elevatória

As instalações elevatórias típicas são formadas por:

- **Casa de Bombas:** edificação própria destinada a abrigar os conjuntos motobomba. Deve ter iluminação e ventilação adequadas e ser suficientemente espaçosa para a instalação e movimentação dos conjuntos elevatórios, incluindo espaço para a parte elétrica (quadro de comando, chaves e demais dispositivos de controle).

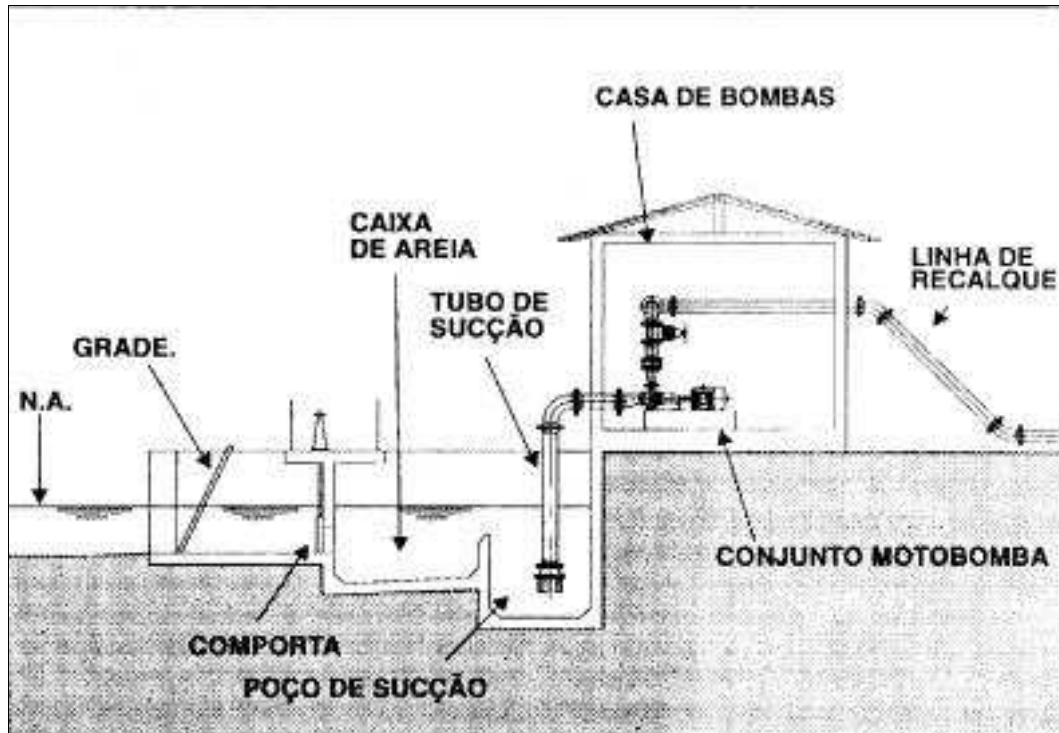
- **Bomba:** equipamento encarregado de succionar a água retirando-a do reservatório de sucção e pressurizando-a através de seu rotor, que a impulsiona para o reservatório ou ponto de recalque.

- **Motor de acionamento:** equipamento encarregado do acionamento da bomba. O tipo de motor mais utilizado nos sistemas de abastecimento de água é o acionado eletricamente.

- **Linha de Sucção:** conjunto de canalizações e peças que vão do poço de sucção até a bomba.

- **Linha de Recalque:** conjunto de canalizações e peças que vão da saída da bomba até a entrada da bomba.

- **Poço de Sucção:** reservatório de onde a água será recalcada. Sua capacidade ou volume deve ser estabelecido de maneira a assegurar a regularidade no trabalho de bombeamento.



Fonte: Sandro Filippo (IME)

18) (93 - ABIN/2010 – Cespe) Em um sistema de recalque, a queda de rendimento da bomba, os ruídos e as vibrações podem ser indicativos da ocorrência de cavitação.

(TCU/2011 – Cespe) Considerando um sistema de captação em um manancial superficial, com cota do nível d'água constante e igual a Z_1 , e recalque a um reservatório, com cota do nível d'água constante e igual a Z_2 , em que $Z_2 > Z_1$, por meio de uma bomba não afogada instalada a uma diferença de cota X do nível do manancial, julgue os itens que se seguem.

19) 171 - Na prática, o diâmetro da tubulação de sucção é inferior ao de recalque. Isso se justifica pela redução da carga de pressão, com consequente redução das perdas de cargas na tubulação de recalque.

20) 173 - O eixo da bomba deverá ser assentado na cota igual a $Z_2 - X$.

21) 174 - Nesse sistema, a perda de carga na tubulação de recalque é superior à altura manométrica total.

8 - QUESTÕES COMENTADAS

Pessoal, todas as questões apresentadas nesta serão comentadas. Nesta aula demonstrativa deixo as questões abaixo comentadas para que vocês saibam como será o nosso curso. As demais questões apresentadas serão comentadas na próxima aula.

1) (40 - BR Distribuidora/2008 - Cesgranrio) A NBR 12.211/1992 (Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água) determina que a população abastecível deve ser constituída, no alcance do plano de abastecimento, pela população residente em, pelo menos,

(A) 80%

(B) 70%

(C) 65%

(D) 35%

(E) 20%

De acordo com a NBR 12211, a população abastecível deve ser constituída, no alcance do plano, de:

a) **pelo menos 80% da população residente, quando esse percentual não é fixado pelo contratante;**

b) parcelas das populações flutuante e temporária, cujos abastecimentos apresentem interesse econômico ou social, a juízo do contratante.

Gabarito: A

2) (78 – Alepe/2014 – FCC) As limitações de velocidade nas tubulações estão associadas tanto à segurança e durabilidade, quanto ao custo de implantação e operação. Considerando as demandas máximas diárias no início e no final da etapa de execução de rede, as velocidades mínima e máxima admitidas nas tubulações são, em m/s, respectivamente, iguais a

(A) 0,6 e 4,7.

(B) 0,5 e 2,0.

(C) 0,6 e 3,5.

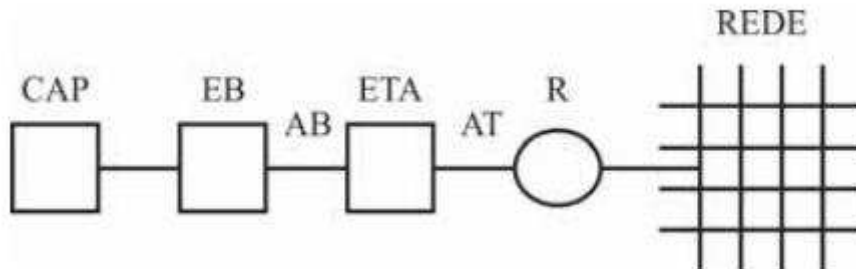
(D) 0,8 e 3,5.

(E) 0,5 e 4,7.

De acordo com a NBR 12218, a velocidade mínima nas tubulações deve ser de 0,6 m/s, e a máxima, de 3,5 m/s; estes limites referem-se às demandas máximas diárias no início e no final da etapa de execução da rede.

GABARITO: D

9 - QUESTÕES APRESENTADAS NESSA AULA



(FUB/2015 – Cespe) 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 os itens que se seguem.

1) 87 - 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.

2) 88 - A configuração do sistema apresentado é adequada para os casos em que a adução e a distribuição sejam feitas por gravidade e o manancial se encontre em cota inferior à região de abastecimento.

3) 89 - Caso o manancial esteja nos padrões de potabilidade requeridos, a ETA é dispensável, e a desinfecção por cloração pode ser feita no próprio reservatório de distribuição.

4) (40 - BR Distribuidora/2008 - Cesgranrio) A NBR 12.211/1992 (Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água) determina que a população abastecível deve ser constituída, no alcance do plano de abastecimento, pela população residente em, pelo menos,

(A) 80%

(B) 70%

(C) 65%

(D) 35%

(E) 20%

5) (78 - Alepe/2014 - FCC) As limitações de velocidade nas tubulações estão associadas tanto à segurança e durabilidade, quanto ao custo de implantação e operação. Considerando as demandas máximas diárias no início e no final da etapa de execução de rede, as velocidades mínima e máxima admitidas nas tubulações são, em m/s, respectivamente, iguais a

(A) 0,6 e 4,7.

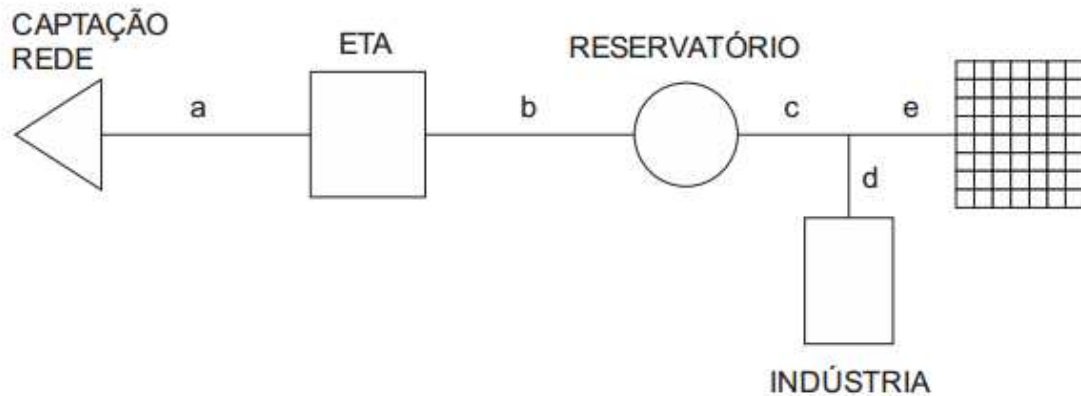
(B) 0,5 e 2,0.

(C) 0,6 e 3,5.

(D) 0,8 e 3,5.

(E) 0,5 e 4,7.

6) (43 – CNMP/2015 – FCC) Um município terá um sistema de abastecimento conforme esquematizado abaixo:



Considere as seguintes informações para análise do sistema de abastecimento

- consumo médio per capita: 220 L/dia
- coeficiente de variação diária: 1,20
- coeficiente de variação horária: 1,40
- população futura da cidade: 216.000 habitantes
- a vazão destinada à indústria é constante

Uma indústria estará localizada entre o reservatório e o município e terá um consumo diário regularizado de 8 640 m³

. Desta forma, no trecho b, o consumo correspondente à rede estará afetado

(A) pelos coeficientes de variação diária e de variação horária. A vazão destinada à indústria sendo constante não

deverá ser adicionada, assim a vazão do trecho b é 924 litros por segundo.

(B) somente pelo coeficiente de variação diária. A vazão destinada à indústria sendo constante não deverá ser adicionada, assim a vazão do trecho b é 660 litros por segundo.

(C) somente pelo coeficiente de variação horária. A vazão destinada à indústria sendo constante deverá ser simplesmente adicionada, assim a vazão do trecho b é 870 litros por segundo.

(D) somente pelo coeficiente de variação diária. A vazão destinada à indústria sendo constante deverá ser simplesmente adicionada, assim a vazão do trecho b é 760 litros por segundo.

(E) somente pelo coeficiente de variação horária. A vazão destinada à indústria sendo constante não deverá ser adicionada, assim a vazão do trecho b é 770 litros por segundo.

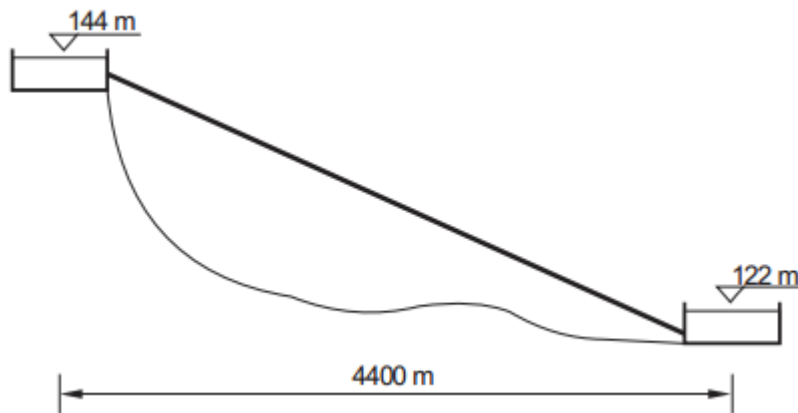
7) (94 - ABIN/2010 – Cespe) Considerando que, em uma agrovila de 50 ha, onde residam mil pessoas, o consumo médio diário de água seja de 100 L por habitante e o coeficiente do dia de maior consumo seja igual 1,5, então a vazão máxima de consumo no projeto de uma rede malhada para atender essa agrovila será de 1,5 L/s.

8) (46 – CNMP/2015 – FCC) O consumo anual de um município brasileiro na década de 1980 foi de 365 000 000 m³ de água. No dia 1º de janeiro de 1981, foi registrado o maior

consumo diário anual de 850 000 m³. A relação entre o consumo diário máximo e o consumo diário médio, no ano de 1981, é

- (A) 2,25
- (B) 1,85
- (C) 1,00
- (D) 1,25
- (E) 0,85

9) (44 – CNMP/2015 – FCC) Considere uma adutora que interliga dois reservatórios distanciados entre si 4 400 m e que possui vazão média de 200 litros por segundo.



Os níveis médios de água nesses reservatórios correspondem às cotas altimétricas de 144 m e 122 m, respectivamente. Para se obter o menor diâmetro para a adutora,

(A) todo o desnível deverá ser aproveitado para vencer as forças de atrito. Isto significa atribuir máxima perda de carga

no escoamento, desta forma, o gradiente hidráulico correspondente à perda de carga unitária é 5 m/km.

(B) o desnível não deverá ser aproveitado para vencer as forças de atrito. Isto significa atribuir máxima perda de carga no escoamento, desta forma, o gradiente hidráulico correspondente à perda de carga unitária é 2 m/km.

(C) todo o desnível deverá ser aproveitado para vencer as forças de atrito. Isto significa atribuir mínima perda de carga no escoamento, desta forma, o gradiente hidráulico correspondente à perda de carga unitária é 200 m/km.

(D) 50% do desnível deverá ser aproveitado para vencer as forças de atrito. Isto significa atribuir mínima perda de carga no escoamento, desta forma, o gradiente hidráulico correspondente à perda de carga unitária é 2,5 m/km.

(E) 50% do desnível deverá ser aproveitado para vencer as forças de atrito. Isto significa atribuir 50% da perda de carga no escoamento, desta forma, o gradiente hidráulico correspondente à perda de carga unitária é 2,5 m/km

10) (152 - CGE-PI/2015 – Cespe) Os reservatórios de distribuição de água no meio urbano funcionam como volante da distribuição, devendo ter capacidade superior a 1/6 do volume consumido nos horários de pico do dia, mantendo uma reserva de água para combate a incêndios e situações de emergência.

11) (97 - ABIN/2010 - Cespe) Uma das finalidades dos dispositivos de ventilação dos reservatórios de água é evitar pressões diferenciais perigosas na estrutura do reservatório.

12) (64 - TCE-RS/2014 - FCC) O reservatório de distribuição de água cuja função é servir de volante de regularização das transições entre bombeamento e/ou adução por gravidade, intercalado no sistema de adução, é, quanto à localização no sistema de distribuição, o reservatório

(A) enterrado.

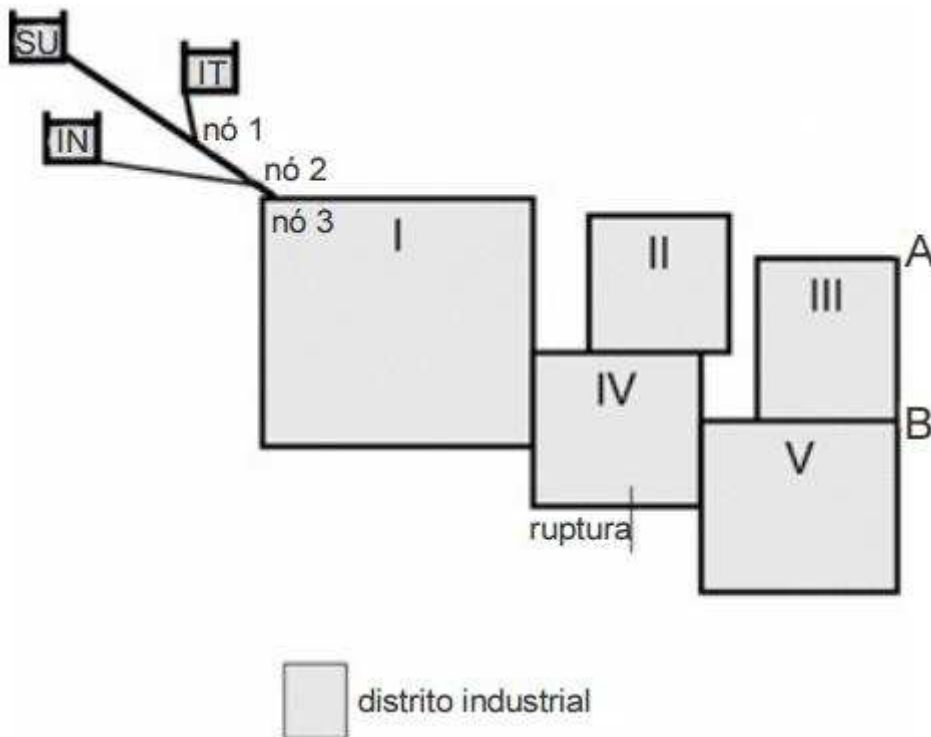
(B) apoiado.

(C) de jusante.

(D) de montante.

(E) de posição intermediária.

13) (95 - ABIN/2010 - Cespe) Nas redes ramificadas, sistema de distribuição de água frequentemente usado em pequenas comunidades, o sentido da vazão em qualquer trecho da rede é sempre conhecido.



(Perito PF/2012 – Cespe) Um distrito industrial é abastecido por diversas fontes de água. A condução da água dessas fontes é direcionada a três reservatórios: um superior (SU), um intermediário (IT) e um inferior (IN), que abastecem o distrito industrial por meio de uma rede fechada em anéis, de acordo com o esquema apresentado acima. A respeito do funcionamento hidráulico desse sistema de abastecimento, julgue os itens seguintes.

14) 84 - Se a cota piezométrica do nó 1 for superior ao nível do reservatório intermediário, então o reservatório superior estará abastecendo o reservatório intermediário.

15) 85 - Se ocorrer uma ruptura na canalização do anel IV, na seção indicada, e um curto trecho for isolado para que seja realizado o serviço de manutenção, mesmo durante esse procedimento permanecerá inalterada a garantia de abastecimento do trecho entre A e B do anel III.

16) (78 – Alepe/2014 – FCC) As limitações de velocidade nas tubulações estão associadas tanto à segurança e durabilidade, quanto ao custo de implantação e operação. Considerando as demandas máximas diárias no início e no final da etapa de execução de rede, as velocidades mínima e máxima admitidas nas tubulações são, em m/s, respectivamente, iguais a

(A) 0,6 e 4,7.

(B) 0,5 e 2,0.

(C) 0,6 e 3,5.

(D) 0,8 e 3,5.

(E) 0,5 e 4,7.

17) (96 - ABIN/2010 – Cespe) Os principais critérios hidráulicos empregados no projeto de redes de distribuição de água são pressão, velocidade, diâmetro e condutividade hidráulica do terreno onde se instalará a rede.

18) (93 - ABIN/2010 – Cespe) Em um sistema de recalque, a queda de rendimento da bomba, os ruídos e as vibrações podem ser indicativos da ocorrência de cavitação.

(TCU/2011 – Cespe) Considerando um sistema de captação em um manancial superficial, com cota do nível d'água constante e igual a Z_1 , e recalque a um reservatório, com cota do nível d'água constante e igual a Z_2 , em que $Z_2 > Z_1$, por meio de uma bomba não afogada instalada a uma diferença de cota X do nível do manancial, julgue os itens que se seguem.

19) 171 - Na prática, o diâmetro da tubulação de sucção é inferior ao de recalque. Isso se justifica pela redução da carga de pressão, com consequente redução das perdas de cargas na tubulação de recalque.

20) 173 - O eixo da bomba deverá ser assentado na cota igual a $Z_2 - X$.

21) 174 - Nesse sistema, a perda de carga na tubulação de recalque é superior à altura manométrica total.

10 - GABARITO

1) Errada	7) Errada	13) Errada	19) Errada
2) Correta	8) E	14) Correta	20) Errada
3) Correta	9) A	15) Errada	21) Errada
4) A	10) Errada	16) D	
5) C	11) Correta	17) Errada	
6) D	12) E	18) Correta	

11 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Azevedo Netto**, José Martiniano de. **Manual de Hidráulica**. São Paulo: Edgard Bucher, 1998.

- **Filippo**, Sandro. **Saneamento Básico I**. Apostila do Curso de Fortificação e Construção do Instituto Militar de Engenharia: IME. 2005.

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.