



Estratégia
Concursos

Aula 00

*Passo Estratégico de Saneamento p/
TCE-SC (Auditor - Engenheiro Civil) 2021
Cebraspe - Pré-Edital*

Autor:
Kauê Salvaterra

25 de Junho de 2021

ABASTECIMENTO E TRATAMENTO DE ÁGUA

ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	5
<i>O que é mais cobrado dentro do assunto?.....</i>	<i>5</i>
ROTEIRO DE REVISÃO E PONTOS DO ASSUNTO QUE MERECEM DESTAQUE	6
1 – Características Físicas, Químicas e Biológicas da Água.....	6
2 – Tipos de águas naturais e tratamento mínimo.....	8
3 – Etapas de Tratamento de Água.....	10
4 – Consumo de Água.....	21
5 – Unidades do Sistema de Abastecimento de Água.....	23
APOSTA ESTRATÉGICA	29
QUESTÕES ESTRATÉGICAS	31
QUESTIONÁRIO DE REVISÃO E APERFEIÇOAMENTO	45
<i>Perguntas.....</i>	<i>45</i>
<i>Perguntas com respostas</i>	<i>46</i>
LISTA DE QUESTÕES ESTRATÉGICAS	52
<i>Gabarito</i>	<i>57</i>



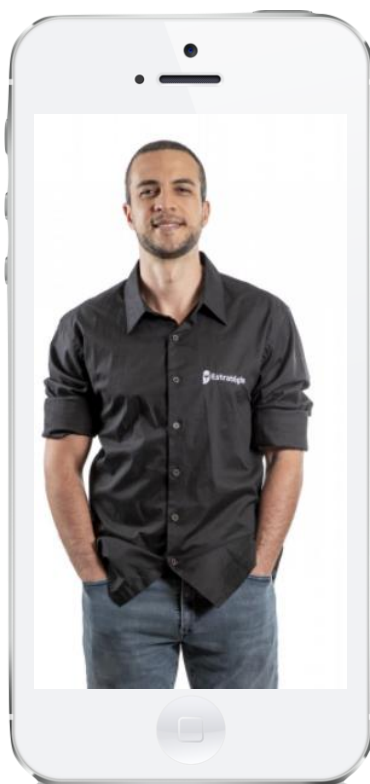
**Passo
Estratégico**



APRESENTAÇÃO

Olá, alunos(as)!

Sejam bem-vindos ao nosso **Passo Estratégico** para o cargo de **Auditor de Controle Externo - Engenheiro Civil do TCE-SC**.



Antes de mais nada, permita-me uma breve apresentação para quebrarmos o gelo:

Meu nome é **Kauê Salvaterra**, tenho 32 anos e sou natural de São Paulo. Atualmente, exerço o cargo de **Auditor de Controle Externo** no Tribunal de Contas do Estado de São Paulo (**TCE-SP**), tendo sido aprovado no último certame realizado em dezembro de 2017, em 26º lugar com 92,5% de acertos na prova. Sou formado em *Tecnologia da Construção Civil* pela FATEC-SP (2012) e *Engenharia Civil* pela FAAP (2015) tendo sido premiado pelo Instituto de Engenharia como melhor aluno do curso de Engenharia Civil.

Trabalhei por quase 10 anos em obras de infraestrutura antes de resolver largar o emprego e estudar para concursos. Fiz isso em 2016, em 2017 fui aprovado e em 2018 entrei em exercício. Minha “carreira” como concurseiro foi curta, graças a Deus, porém intensa. Ao longo da jornada tive as seguintes aprovações Auditor Fiscal de Tributos Municipais de Teresina (**ISS-Teresina 2016**) e Auditor de Controle Externo do Tribunal de Contas de São Paulo (**TCE-SP 2017**).

Galera, ao longo da minha vida eu aprendi que os nossos sonhos são lindos, mas cobram o seu preço. Estejam dispostos a pagar o preço para conquistarem os seus objetivos e contem comigo!

Serei o responsável pela elaboração deste relatório e, com ele, pretendo conduzi-los por uma revisão turbinada e poderosa! Peço que sempre interajam comigo, através do fórum de dúvidas e das minhas redes sociais, afinal, nossa disciplina é muito vasta e pretendo elaborar o melhor material de revisão de Engenharia Civil possível. Para isso, preciso do *feedback* constante de vocês para que eu sempre busque a melhoria contínua. Conto com vocês.

E é claro, contem sempre conosco!

Kauê Salvaterra



@kamesalvatererra



CRONOGRAMA

O nosso curso é dividido em três matérias:

- Obras de edificações;
- Obras rodoviárias; e
- **Obras hídricas e saneamento.**

A tabela abaixo mostra o nosso cronograma inicial de aulas e simulados. Contudo, tentaremos sempre antecipá-las.

Aula	Conteúdo	Data
Aula 00	Abastecimento de água	25/06/2021
Aula 01	Coleta e tratamento de esgotos	02/07/2021
Aula 02	Macro drenagem	09/07/2021
Aula 03	Simulado 1	16/07/2021
Aula 04	Barragens	23/07/2021
Aula 05	Aproveitamento hidrelétrico	30/07/2021
Aula 06	Irrigação	06/08/2021
Aula 07	Obras Portuárias	13/08/2021
Aula 08	Simulado 2	20/08/2021
Aula 09	Hidráulica	27/08/2021
Aula 10	Hidrologia	03/09/2021
Aula 11	Simulado 3	10/09/2021
Aula 12	Simulado Final	17/09/2021



O QUE É O PASSO ESTRATÉGICO?

O Passo Estratégico é um material escrito e enxuto que possui dois objetivos principais:

- a) Orientar revisões eficientes;
- b) Destacar os pontos mais importantes e prováveis de serem cobrados em prova.

Assim, o Passo Estratégico pode ser utilizado tanto para **turbinar as revisões dos alunos mais adiantados nas matérias**, quanto para **maximizar o resultado na reta final de estudos por parte dos alunos que não conseguirão estudar todo o conteúdo do curso regular**.

Em ambas as formas de utilização, como regra, **o aluno precisa utilizar o Passo Estratégico em conjunto com um curso regular completo**.

Isso porque nossa didática é direcionada ao aluno que já possui uma base do conteúdo.

Assim, se você vai utilizar o Passo Estratégico:

- a) **Como método de revisão**, você precisará de seu curso completo para realizar as leituras indicadas no próprio Passo Estratégico, em complemento ao conteúdo entregue diretamente em nossos relatórios;
- b) **Como material de reta final**, você precisará de seu curso completo para buscar maiores esclarecimentos sobre alguns pontos do conteúdo que, em nosso relatório, foram eventualmente expostos utilizando uma didática mais avançada que a sua capacidade de compreensão, em razão do seu nível de conhecimento do assunto.

Seu cantinho de estudos famoso!

Poste uma foto do seu cantinho de estudos nos stories do Instagram e nos marque:



[@passoestrategico](https://www.instagram.com/passoestrategico)

Vamos repostar sua foto no nosso perfil para que ele fique famoso entre milhares de concurseiros!



ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, convém destacar os percentuais de incidência de todos os assuntos previstos na **matéria de Obras Hídricas** – quanto maior o percentual de cobrança de um dado assunto, maior sua importância:

Assunto	Grau de incidência em concursos similares
	Cebraspe
Coleta e tratamento de esgotos	32%
Abastecimento de água	25%
Barragens	13%
Aproveitamento hidrelétrico	12%
Irrigação	10%
Obras Portuárias	4%
Macro drenagem	4%
Coleta e tratamento de esgotos	32%

O que é mais cobrado dentro do assunto?

Considerando os tópicos que compõem o nosso assunto, possuímos a seguinte distribuição percentual, em ordem decrescente de cobrança:

Tópico	% de cobrança
Unidades do Sistema de Abastecimento	44%
Etapas do Tratamento de Água	32%
Características das Águas	8%
Tipos de água e tratamento mínimo	8%
Consumo de Água	8%



ROTEIRO DE REVISÃO E PONTOS DO ASSUNTO QUE MERECEM DESTAQUE

A ideia desta seção é apresentar um roteiro para que você realize uma revisão completa do assunto e, ao mesmo tempo, destacar aspectos do conteúdo que merecem atenção.

Para revisar e ficar bem preparado no assunto, você precisa, basicamente, seguir os passos a seguir:

1 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DA ÁGUA

As características da água são avaliadas quanto aos aspectos físico, químico e biológico a partir de exames físicos, análises químicas, exames bacteriológicos e hidrobiológicos.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

- **Temperatura:** a variação da temperatura pode ser causada por fontes naturais (principalmente energia solar) ou antropogênicas (despejos industriais etc) e exerce grande influência na velocidade das reações químicas relacionadas ao tratamento, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias. A água adequada para o consumo humano não deve apresentar temperatura elevada.
- **Sabor e Odor:** são de aspecto subjetivo, relacionado à sensibilidade do olfato e paladar. Podem estar associadas às causas antropogênicas (resíduos domésticos, industriais etc.) assim como às causas naturais (decomposição de matéria orgânica, algas etc.). Alguns métodos empregados para remoção do sabor e odor desagradáveis são o carvão ativado e a filtração lenta. Nos casos de águas subterrâneas com odor de gás sulfídrico, pode ser empregada a aeração.
- **Cor:** a presença de partículas coloidais minúsculas ou de compostos naturais provenientes da decomposição de matéria orgânica podem produzir cor na água. Fatores antropogênicos, como resíduos industriais e esgotos domésticos também podem causar coloração na água. Alguns métodos empregados para remoção da cor são a coagulação e filtração ou a oxidação química, a depender da origem da coloração. Geralmente o grau de coloração da água é determinado por comparação com soluções de cloroplatinato de potássio em água destilada, denominada “escala de platina-cobalto”, e medida em mg/L ou em unidade da escala Hazen (uH).
- **Turbidez:** é a medida do grau de interferência (ou resistência) à passagem da luz através da água. Essa resistência decorre da presença de substâncias naturais (minerais) em suspensão e de sólidos finos suspensos em estado coloidal, algas e outros microrganismos. É uma característica mais presente em águas correntes, sendo geralmente mais baixa em águas dormentes. A turbidez também pode ser gerada por ações antropogênicas, através de despejos domésticos e industriais. O processo de clarificação geralmente é realizado pela coagulação e filtração. Em resumo, a



turbidez mede o grau de “transparência” da água, sendo avaliada em laboratório com o auxílio do turbidímetro.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

- **pH:** inferior a 7 (ácido) pode contribuir para a corrosividade e agressividade da água. Superior a 7 (básico), condições alcalinas, pode aumentar a possibilidade de incrustações. A origem do pH da água pode estar associada às causas antropogênicas (resíduos domésticos, industriais etc.) e às causas naturais (dissolução de rochas, oxidação da matéria orgânica, gases da atmosfera etc.).
- **Alcalinidade:** indica a quantidade de íons que reagem para neutralizar os íons de hidrogênio, constituindo, assim, a capacidade da água em neutralizar os ácidos e resistir a mudanças do pH. A alcalinidade é importante para o controle de coagulação química e da redução da dureza e da corrosão. Atenção especial deve ser dada a condições de alcalinidade elevada, que contribui para a incrustações das tubulações.
- **Acidez:** é a contraposição à alcalinidade, relacionando a capacidade da água resistir a mudanças de pH causadas pelas bases. A acidez decorre da absorção do gás carbônico livre na atmosfera, resultante da decomposição de matéria orgânica e do gás sulfídrico, podendo também decorrer de fatores antropogênicos. Águas com acidez elevada contribuem para a corrosão das tubulações e equipamentos e são desagradáveis ao paladar. A correção da acidez pode ser obtida com o aumento do pH com adição de cal ou carbonato de sódio.
- **Dureza:** característica conferida pela presença de sais alcalino-terrosos (cálcio e magnésio) e alguns metais, sendo expressa em mg/L de equivalente em carbonato de cálcio. A dureza pode ser causada pela dissolução de rochas calcárias ou despejos industriais. As águas duras causam a extinção da espuma formada pelo sabão, dificultando o banho e lavagem de utensílios e roupas, além de incrustar tubulações.
- **Salinidade:** ocorre devido à dissolução de sais na água, formados principalmente por bicarbonatos, cloretos e sulfatos, que conferem à água o sabor salino e uma propriedade laxativa.
- **Presença de ferro e manganês:** a presença destes dois elementos confere à água uma sensação de adstringência e uma coloração avermelhada. As águas ferruginosas podem causar manchas em roupas e aparelhos sanitários, além de provocar deposições em tubulações. O processo de remoção do ferro das águas depende de como a impureza se apresenta, podendo ocorrer através de aeração ou tratamento completo (aeração, floculação, decantação e filtração) nos casos em que há presença de matéria orgânica junto com o ferro. O manganês é semelhante ao ferro, contudo é menos comum e quando na forma oxigenada a sua coloração torna-se preta.
- **Presença de nitrogênio:** o nitrogênio contribui para a formação de algas e plantas aquáticas. A presença de nitrato em concentrações elevadas está associada à doença da metahemoglobina, que dificulta o transporte de oxigênio na corrente sanguínea em bebês, causando a chamada “síndrome do bebê azul”.



- **Presença de fluoreto:** os fluoretos têm ação benéfica de prevenção da cárie dentária. Contudo, em concentrações elevadas podem provocar alterações da estrutura óssea ou a fluorose dentária (manchas escuras nos dentes).
- **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO):** representa a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica por ação de bactérias aeróbias. Dessa forma, indica a quantidade de oxigênio necessário para as bactérias aeróbias consumirem a matéria orgânica presente em um líquido (água ou esgoto).
- **Demanda Química de Oxigênio (DQO):** indica a quantidade de oxigênio necessário para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico.
- **Oxigênio Dissolvido:** em condições normais a água contém oxigênio dissolvido. Águas com baixo teor de oxigênio dissolvido indicam que receberam matéria orgânica, uma vez que a decomposição da matéria orgânica por bactérias aeróbias é, geralmente, acompanhada pelo consumo do oxigênio dissolvido da água.

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Os microrganismos “vivos” que fazem parte dos materiais em suspensão presentes na água são os responsáveis por suas características biológicas. Alguns deles são patogênicos, podendo provocar doenças, enquanto outros podem causar sabor e odor desagradáveis. Os exames biológicos da água visam detectar a presença de diversos desses microrganismos, como bactérias, vírus, protozoários ou helmintos. Os parâmetros biológicos mais utilizados são os coliformes e as algas.

- **Coliformes:** indicam a presença de microrganismos patogênicos na água. Os mais conhecidos são os coliformes fecais, presentes em grande quantidade nas fezes humanas e, quando encontrado na água, indica que ela recebeu esgotos domésticos, podendo causar doenças. A unidade de medida geralmente empregada é o Número Mais Provável (NMP) de coliformes por 100 mL de amostra de água.
- **Algas:** embora desempenhe papel importante no ambiente aquático, produzindo oxigênio dissolvido no meio, a presença de algas em grandes quantidades resulta no excesso de nutrientes (eutrofização), trazendo inconvenientes como sabor e odor desagradáveis, turbidez e cor, formação de massas de matéria orgânica que pode provocar a redução do oxigênio dissolvido, além de apresentar um aspecto estético desagradável.

2 – TIPOS DE ÁGUAS NATURAIS E TRATAMENTO MÍNIMO



A escolha do sistema de tratamento é definida em função da disponibilidade e características da água do manancial, além da eficiência desejada na redução dos agentes físicos, químicos e microbiológicos, da localização geográfica e dos custos financeiros para implantação, operação e manutenção do tratamento.

Segundo a norma ABNT NBR 12216:1992 (Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público), devem ser considerados os seguintes tipos de águas naturais para abastecimento público:

- **Tipo A:** águas subterrâneas ou superficiais, provenientes de bacias sanitárias protegidas, com características básicas definidas na tabela abaixo, e as demais satisfazendo aos padrões de potabilidade;
- **Tipo B:** águas subterrâneas ou superficiais, provenientes de bacias não protegidas, com características básicas definidas na tabela abaixo, e que possam enquadrar-se nos padrões de potabilidade, mediante processo de tratamento que não exija coagulação;
- **Tipo C:** águas superficiais provenientes de bacias não protegidas, com características básicas definidas na tabela abaixo, e que exijam coagulação para enquadrar-se nos padrões de potabilidade;
- **Tipo D:** águas superficiais provenientes de bacias não protegidas, sujeitas a fontes de poluição, com características básicas definidas na tabela abaixo, e que exijam processos especiais de tratamento para que possam enquadrar-se nos padrões de potabilidade.

Tabela 1: Classificação de águas naturais para abastecimento público (NBR 12216:1992)

Tipos	A	B	C	D
DBO 5 dias (mg/L)				
média	até 1,5	1,5 a 2,5	2,5 a 4,0	> 4,0
máxima, em qualquer amostra	1 a 3	3 a 4	4 a 6	> 6
Coliformes (NMP/100 mL)				
média mensal em qualquer mês	50 a 100	100 a 5000	5000 a 20000	> 20000
máximo	> 100 cm menos de 5% das amostras	> 5000 cm menos de 20% das amostras	> 20000 cm menos de 5% das amostras	-
pH	5 a 9	5 a 9	5 a 9	3,8 - 10,3
Cloretos	< 50	50 a 250	250 a 600	> 600
Fluoretos	< 1,5	1,5 a 3,0	> 3,0	-

Quanto ao tratamento mínimo para cada tipo de água, a NBR recomenda que:

- Tipo A: desinfecção e correção do pH;
- Tipo B: desinfecção e correção do pH, além de:
 - Decantação simples para águas contendo sólidos sedimentáveis, quando, por meio desse processo, suas características se enquadrem nos padrões de potabilidade; ou
 - Filtração, precedida ou não de decantação, para águas de turbidez natural, medida na entrada do filtro, sempre inferior a 40 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) e cor sempre inferior a 20 unidades, referidas aos Padrões de Platina;



- Tipo C: coagulação, seguida ou não de decantação, filtração em filtros rápidos, desinfecção e correção do pH;
- Tipo D: tratamento mínimo do tipo C e tratamento complementar apropriado a cada caso.

É importante você saber que a norma permite que **águas receptoras de produtos tóxicos** podem ser utilizadas para abastecimento público, em condições excepcionais. Nesses casos, devem ser realizados estudos especiais que garantam sua potabilidade, com autorização e controle de órgãos sanitários e de Saúde Pública competentes.

3 – ETAPAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A Estação de Tratamento de Água (ETA) é o local destinado a realizar o tratamento da água, com o objetivo de adequar a água bruta aos padrões de potabilidade para o consumo humano.

O processo de tratamento mais utilizado em ETAs é composto pelas etapas de **Aeração, Mistura Rápida (Coagulação), Mistura Lenta (Floculação), Decantação, Filtração, Desinfecção e Fluoretação**. Nas situações em que é necessário remover o ferro e o manganês presentes na água, podem ser empregados **leitos de coque ou de pedra** nos chamados “**Tanques de Contato**”. **Carvão ativado** pode ser empregado para a remoção de odor e sabor da água.

A Figura 1 mostra como é um fluxo comum de tratamento de água superficial, com as etapas descritas anteriormente.

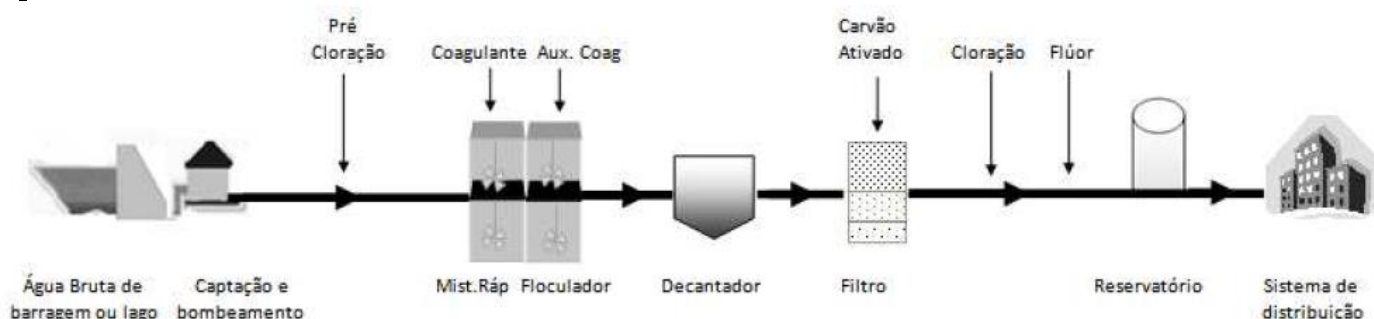


Figura 1: Fluxo de tratamento de água superficial (Florençano, 2011).

A Figura 2 mostra o fluxo de tratamento com cloração e fluoretação.

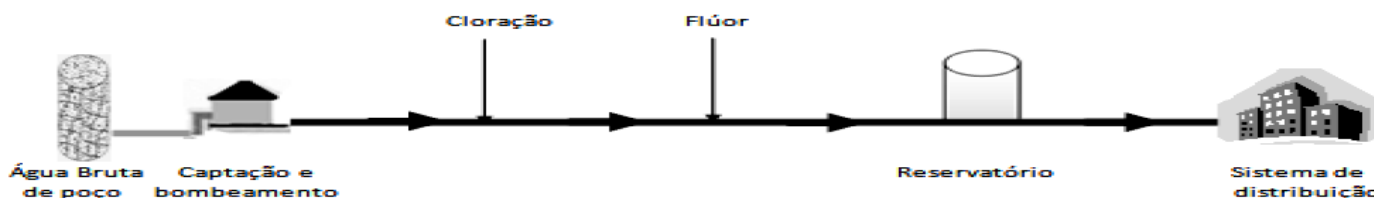


Figura 2: Tratamento de água subterrânea com desinfecção e fluoretação (Florençano, 2011).

A Figura 3 mostra o fluxo de tratamento com a etapa de aeração após a captação.



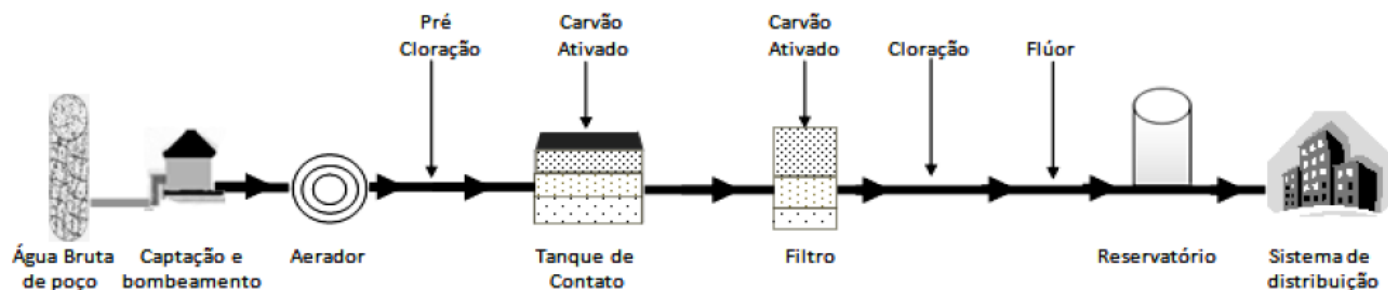


Figura 3: Fluxo de tratamento com a etapa de aeração para remoção de ferro (Florençano, 2011).

AERAÇÃO

A aeração consiste na inserção de uma fase gasosa, geralmente o ar, em contato com a água com o objetivo de transferir substâncias voláteis da água para a atmosfera e do oxigênio para a água. Usualmente o processo é empregado em águas que não estão em contato com o ar atmosférico, como as águas subterrâneas e as águas profundas. Em linhas gerais, os principais objetivos da aeração são:

- Remover gás carbônico, que pode tornar a água mais agressiva (ácida);
- Remover ácido sulfúrico;
- Remover substâncias voláteis que causam sabor e odor desagradáveis;
- Introduzir oxigênio para oxidação dos compostos de ferro e manganês.

Existem diversos métodos de aeração, dentre os quais:

- **Por gravidade:**
 - **Tipo cascata** – a água escorre sobre degraus, espalhando-se e provocando turbulência. Geralmente é indicado para a remoção de gás carbônico e substâncias voláteis.

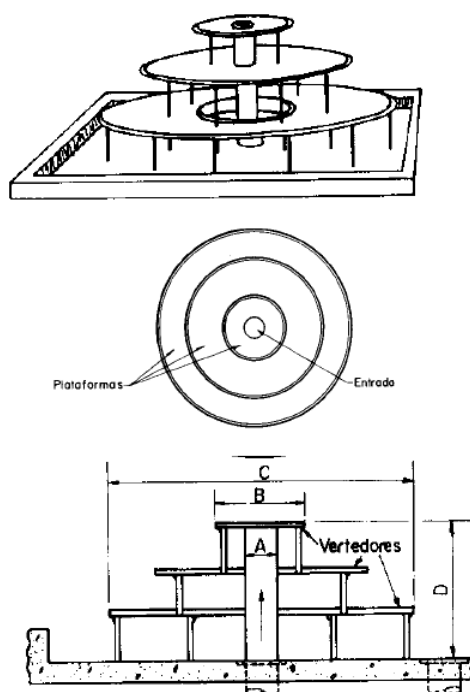


Figura 4: Aerador tipo cascata (Florençano, 2011).

- **Tipo tabuleiro ou bandeja** – formado por bandejas superpostas através das quais a água percola. A bandeja mais alta é dotada de furos e as demais são construídas com treliças sobre a qual é disposta uma camada de pedras ou de coques. Esse sistema de aeração é geralmente empregado para a adição de oxigênio e oxidação de compostos ferrosos e manganosos.

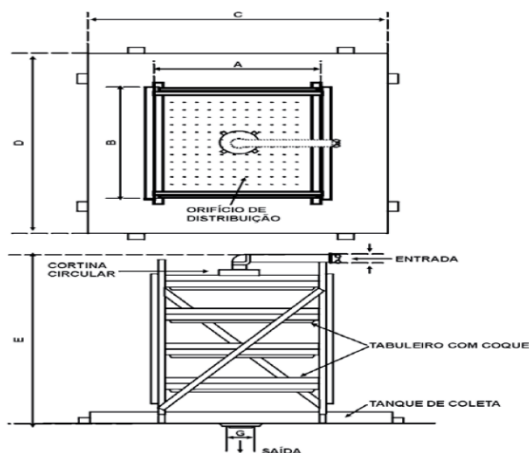


Figura 5: Aerador tipo tabuleiro ou bandeja (Florençano, 2011).

- **Por pulverização:** consiste no acoplamento de bocais nas tubulações sobre o tanque de coleta de águas, por meio dos quais a água é lançada no ar por jateamento (aspersão).
- **Por ar difuso:** consiste na instalação de tubos perfurados, placas ou tubos porosos difusores que distribuem o ar dentro do tanque na forma de bolhas que tendem a flutuar e escapar pela superfície da água.

A NBR 12216:1992 admite os seguintes dispositivos de aeração:

5.7.2 Os dispositivos de aeração admitidos são:

- a) plano inclinado, formado por uma superfície plana com declividade de 1:2 a 1:3, dotado de protuberâncias destinadas a aumentar o contato da água com a atmosfera;
- b) bandejas perfuradas sobrepostas, com ou sem leito percolador, formando conjunto no mínimo com quatro unidades;
- c) cascatas, constituídas de pelo menos quatro plataformas superpostas, com dimensões crescentes de cima para baixo;
- d) escadas, por onde a água deve descer sem aderir às superfícies verticais;
- e) ar comprimido difundido na água contida em tanques;
- f) tanques com aeradores mecânicos;
- g) torre de aeração forçada, com anéis Rashing ou similares;
- h) outros de comprovada eficiência.

Nos casos de aeração com ar difuso, é preciso tomar cuidado para que os locais de aplicação não apresentem impurezas atmosféricas prejudiciais ao tratamento e o sistema mecânico para produção de ar comprimido deve evitar a introdução de óleo na água.



MISTURA RÁPIDA

A mistura é o processo em que o **coagulante** é colocado em contato com a água nos pontos de maior turbilhonamento, de forma contínua, homogênea e rápida. O processo é rápido porque deve ocorrer antes do tempo de reação do coagulante. A mistura é realizada com o fornecimento de energia às partículas de água, aumentando a agitação e o choque entre elas. Pode ser realizada por meio de energia hidráulica, com a utilização de calha *Parshall*, que funciona também como medidor de vazão e auxilia a dispersão de produtos químicos, ou por meio de energia mecânica (rotores) com a utilização de pás, hélices e turbinas que agitam a água.

A NBR 12216:1992 recomenda os seguintes dispositivos de mistura:

5.8.3 Constituem dispositivos de mistura:

- a) qualquer trecho ou seção de canal ou de canalização que produza perda de carga compatível com as condições desejadas, em termos de gradiente de velocidade e tempo de mistura;*
- b) difusores que produzam jatos da solução de coagulante, aplicados no interior da água a ser tratada;*
- c) agitadores mecanizados;*
- d) entrada de bombas centrífugas.*

5.8.4 Podem ser utilizados como dispositivo hidráulico de mistura:

- a) qualquer singularidade onde ocorra turbulência intensa;*
- b) canal ou canalização com anteparos ou chicanas;*
- c) ressalto hidráulico;*
- d) qualquer outro trecho ou seção de canal ou canalização que atenda às condições de 5.8.2.*

Lembre que a solução de coagulante **deve** ser sempre feita imediatamente **antes** do ponto de maior dissipação de energia e através de jatos separados de no máximo 10 cm.

Outro ponto importante é que a NBR 12216 recomenda que, após a mistura do coagulante, o tempo máximo de percurso da água até o floculador deve ser de 1 minuto, podendo ser aumentado para 3 minutos quando entre a mistura e a floculação existir sistema capaz de conferir à água gradiente de velocidade igual ou superior ao do início no floculador.

Nos casos de coagulação com mais de um produto químico, devem ser previstos pontos diferentes de adição desses produtos, cada um com seu dispositivo de mistura.

COAGULAÇÃO

Coagular significa juntar/aglomerar. A coagulação consiste na formação de coágulos em virtude da reação do coagulante (produto químico) adicionado no processo de mistura, causando um estado geral de equilíbrio eletrostaticamente instável das partículas. Com isso, as impurezas que se encontram em suspensão fina se tornam partículas maiores, através do encontro entre elas pela diminuição da repulsão.

Devido a maior agitação, que causa choques entre as partículas, há maior agregação delas. O número de choques está relacionado ao gradiente hidráulico e tempo de detenção.



A escolha do coagulante está relacionada à eficiência das reações químicas, a disponibilidade do produto no mercado e o pH da água tratada. O ensaio de laboratório que faz uma simulação para análise da coagulação é o *Jar-test*.

A dispersão do coagulante na água pode ocorrer em vários pontos ou em um único ponto. Nesta última situação, a agitação forçada é a responsável pela distribuição uniforme do coagulante.

FLOCULAÇÃO (MISTURA LENTA)

Em síntese, a floculação consiste na formação de flocos através das partículas em equilíbrio eletrostaticamente instável que são forçadas a se movimentar com o objetivo de que sejam atraídas entre si. Com a continuidade da agitação os flocos tendem a aderir uns aos outros, ficando maiores e mais pesados, o que possibilita sua separação da água nos processos seguintes de decantação e filtração.

A floculação (ou mistura lenta) pode ser realizada por meio dos seguintes processos:

- **Com energia hidráulica:** por meio de câmaras com chicanas de fluxo vertical ou horizontal.
 - Atenção para o espaçamento entre chicanas que deve ser de 0,60 m, podendo ser menor desde que dotadas de dispositivo para sua fácil remoção.
 - A velocidade nos canais fica em torno de 10 a 30 cm/s (0,01 a 0,03 m/s).
- **Com energia mecânica:** por meio de agitador que, em função da posição do eixo, pode ser vertical (paletas ou turbina) ou horizontal (paletas).



- A **coagulação** ocorre na aplicação do produto químico coagulante, no início do tratamento e em **velocidade rápida**.
- A **floculação** ocorre por agitação na massa coagulada, em **velocidade lenta** e antes da decantação.

DECANTAÇÃO

Na decantação a água é conduzida com uma velocidade muito lenta a grandes tanques denominados decantadores. Como a velocidade é muito baixa e as partículas já coaguladas e floculadas estão mais pesadas, ocorre a deposição das partículas maiores, ou sedimentação.

Quanto aos tipos de decantadores, eles podem ser classificados:

- a) Em função do fluxo de escoamento da água
 - Decantadores tubulares ou de alta taxa:



- É composto por elementos tubulares que podem ser em módulos de seção quadrada ou retangular, placas planas de madeira, fibras ou lonas plásticas.
- A eficiência deste tipo de decantador chega a ser cerca de cinco vezes superior à taxa adotada em decantadores convencionais.
- Se projetado com inclinação pequena ou nula, necessitam de limpeza periódica, por meio da reversão do fluxo. Quando projetado com inclinação de cerca de 50° a 60°, o lodo esco continuamente, promovendo a autolimpeza.

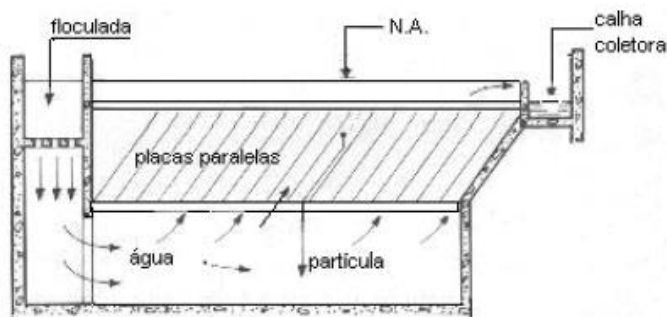


Figura 6: Princípio de funcionamento de decantador tubular (Florençano, 2011).

- **Decantadores de escoamento vertical:** o escoamento da água ocorre no sentido ascendente da parte inferior até a superfície do tanque. Geralmente são aplicados em indústrias devido a necessidade de grandes profundidades.
- **Decantador de escoamento horizontal:** o escoamento ocorre na direção longitudinal, sendo o comprimento a dimensão predominante. Necessita de velocidade baixa para impedir o arraste do lodo.

b) De acordo com as condições de funcionamento

- **Decantadores do tipo clássico ou convencional:** processam apenas a sedimentação com a água já floculada.
- **Decantadores com contado de sólidos:** promovem simultaneamente a agitação, a floculação e a decantação, por meio de unidades mecanizadas.
- **Decantadores com escoamento laminar:** o escoamento ocorre em regime laminar na zona de sedimentação. Aqui se enquadram os decantadores tubulares ou de alta taxa, que possuem maior eficiência.

A eficiência de um decantador é medida pela taxa de escoamento superficial, dada pela relação vazão/unidade de superfície/tempo, que são adotadas em função da qualidade da água e impurezas presentes.

Quanto ao número de decantadores de uma ETA, a NBR 12216 recomenda que:

5.10.2 O número de decantadores da ETA depende de fatores operacionais e econômicos, observando-se o seguinte:

a) estações com capacidade inferior a 1000 m³/dia, em operação contínua, ou estações com capacidade de até 10000 m³/dia, com período de funcionamento inferior a 18 h/dia, podem dispor de apenas uma unidade de decantação, desde que não-mecanizada;

b) estações com capacidade superior a 10000 m³/dia, ou com período de funcionamento superior a 18 h/dia ou ainda em que os decantadores são mecanizados, devem contar pelo menos com duas unidades iguais.

Quanto à entrada de água nos decantadores, ela deve ser feita por dispositivo hidráulico com capacidade de distribuir a vazão de maneira uniforme e garantir velocidade longitudinal uniforme e coincidente em intensidade, direção e sentido com a que, teoricamente, lhe seja atribuída.

A água decantada deve ser coletada por sistema de tubos perfurados submersos ou de vertedores não-afogados, de modo a garantir vazão uniforme ao longo deles. O nível máximo da água no interior das canaletas de coleta deve situar-se à distância mínima de 10 cm abaixo da borda vertente.

No caso de decantadores com remoção manual de lodo, a NBR 12216 recomenda que:

5.10.9 *O decantador com remoção manual de lodo deve apresentar as seguintes características:*

- a) ser provido de descarga de fundo, dimensionada para esvaziamento no tempo máximo de 6 h;*
- b) a descarga do decantador deve situar-se preferencialmente na zona de maior acumulação de lodo;*
- c) o fundo deve ter declividade mínima de 5% no sentido do ponto de descarga.*

5.10.9.1 *Nos decantadores convencionais, com remoção manual de lodo, deve ser prevista altura adicional suficiente para acumular o lodo resultante de 60 dias de funcionamento. Nos de elementos tubulares, o lodo de dez dias.*

Para que ocorra a remoção hidráulica do lodo acumulado, o fundo do decantador deve estar inclinado com ângulo superior a 50°, formando poço em forma de tronco de pirâmide ou de cone invertido.

Quanto à canalização para descarga do lodo, geralmente ela tem comprimento de até 10 m e diâmetro mínimo de 150 mm. Contudo, quando situadas sob estrutura ou local de difícil acesso, ou ainda, com comprimento superior a 10 m, o diâmetro mínimo deve ser de 200 mm.

Nos casos em que o lodo acumulado seja rico em matéria orgânica não-estabilizada, os decantadores devem ser dotados de remoção hidráulica, com ou sem dispositivo mecânico de arraste.

FILTRAÇÃO

A filtração é a etapa posterior à decantação. Um dos objetivos desta etapa é remover as suspensões floculadas que não foram retidas na decantação, sendo divididos em dois tipos: Filtros lentos e filtros rápidos.

a) Filtros lentos

- Opera com taxas de filtração muito baixas, sendo adotados principalmente em comunidades de pequeno porte onde as águas captadas apresentem **características do tipo B**.
- O processo de filtração lenta consiste em fazer a água passar no sentido vertical através de um meio granular.
- Com o passar do tempo, a camada superior de areia vai retendo impurezas, de modo que é preciso proceder à limpeza do filtro.
- A NBR 12216 recomenda que devem ser previstos pelo menos dois filtros funcionando em paralelo.



- As principais vantagens dos filtros lentos é que são de operação simples, baixo custo operacional, apresentam boa eficiência na remoção de microrganismos patogênicos e na remoção de turbidez e de ferro.
- Como desvantagens, é possível citar a baixa taxa de filtração, a ocupação de grandes áreas e volume elevado de obras e necessidade periódica de lavagem da areia.

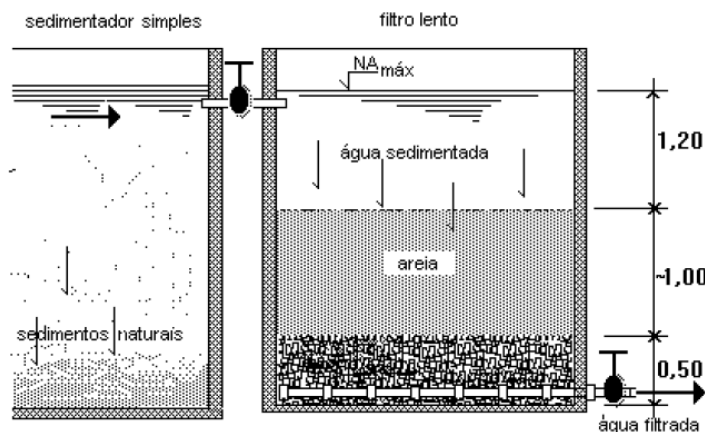


Figura 7: Corte esquemático de um filtro lento (Florençano, 2011).

b) Filtros rápidos

- Segundo a NBR 12216: "São unidades destinadas a remover partículas em suspensão, em caso de a água a tratar ser submetida a processo de coagulação, **seguido ou não de decantação**, ou quando comprovado que as partículas capazes de provocar turbidez indesejada possam ser removidas pelo filtro, sem necessidade de coagulação". Observe que a filtração rápida pode ocorrer sem que haja decantação prévia, ou até mesmo sem coagulação, a depender da situação da água.
- São aplicados com associação a produtos químicos, aumentando a velocidade da água. Podem ser de camadas simples ou duplas, de fluxo ascendente ou descendente, sendo os de fluxo ascendente sempre de camadas simples.



- Filtros rápidos de fluxo ascendente são sempre de camada simples.

- No caso de camada filtrante simples, ela deve ser constituída de areia. Caso o filtro seja de camada filtrante dupla, deve ser constituído de camadas sobrepostas de areia e antracito. Deve existir também uma camada suporte constituída por seixos rolados, distribuída em estratos com granulometria decrescente no sentido ascendente. O estrato em contato com a camada filtrante deve ter material de tamanho mínimo igual ou inferior ao tamanho máximo do material da camada filtrante adjacente.

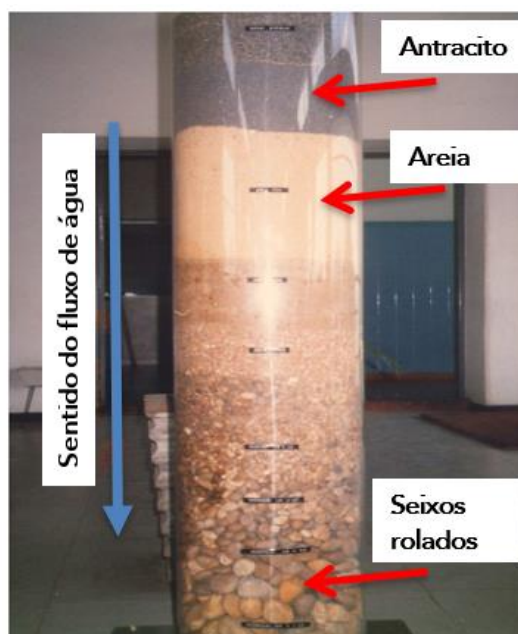


Figura 8: Perfil de um filtro duplo com fluxo descendente (Florençano, 2011 – adaptado).

- A camada de suporte de seixos rolados pode ser prescindida em filtros de fluxo descendente quando o sistema coletor de água filtrada e o distribuidor de água de lavagem tem características adequadas para impedir a passagem do material filtrante através de suas aberturas. Para os filtros de fluxo ascendente, a espessura mínima da camada suporte deve ser de 0,40 m, sendo que cada estrato deve ter espessura mínima de 7,5 cm.
- Para eliminar ou reduzir a ocorrência de pressão inferior à atmosférica no leito filtrante, o nível da água sobre a camada filtrante e o de saída do filtro devem ser estabelecidos para combater esse efeito.
- As principais vantagens da utilização dos filtros rápidos são a remoção de bactérias e redução da cor e turbidez.
- Os filtros de fluxo ascendente (camada simples), geralmente são utilizados para águas pouco poluídas, de baixa turbidez e baixo teor de sólidos em suspensão

DESINFECÇÃO

A desinfecção tem como função a destruição de organismos patogênicos e a inativação de outros organismos indesejáveis. Alguns fatores que impactam na eficiência da desinfecção são:

- As espécies e concentrações dos organismos a serem destruídos;
- O tempo de contato;
- As características físicas e químicas da água;
- O grau de dispersão do desinfetante na água.

Dentre os principais agentes utilizados para a desinfecção da água, vamos destacar:

- a) **Calor:** executado por aquecimento, fervura ou pasteurização. Geralmente aplicado em águas de cisternas e outras fontes individuais de água.

- b) **Raios ultravioletas:** consiste na exposição da água à incidência de luz ultravioleta produzida por lâmpadas de vapores de mercúrio, que possuem ação bactericida. As principais vantagens desse tipo de desinfecção é que o período de contato é curto e a superdosagem não possui efeito nocivo. Contudo, ao contrário da cloração. Não há efeito residual e o material e energia podem apresentar custos elevados.
- c) **Íons de prata e cobre:** são introduzidos íons de prata e cobre através de processo eletrolítico. Possuem ação residual e inibem o crescimento de algas e fungos, porém o custo costuma ser elevado.
- d) **Tensioativos:** um dos exemplos são compostos de amônia quartenários, utilizados em piscinas, limpeza e torres de resfriamento.
- e) **Bromo:** eficaz como bactericida, é utilizado em águas de piscinas e industriais.
- f) **Iodo:** aplicado na desinfecção domiciliar e em piscinas. É pouco solúvel em água.

No tratamento de água para sistemas de abastecimento público, são utilizados principalmente:

- g) **Ozônio:** é pouco solúvel em água e muito volátil, decompondo-se com rapidez, principalmente em temperaturas elevadas. Assim, é capaz de manter-se na água apenas durante alguns minutos. Por isso, pode ser utilizada em conjunto com outros agentes desinfetantes, sendo que a sua utilização combinada com a pós-cloração elimina muitos problemas organolépticos decorrentes da existência de material orgânico produtor de gosto e odor. A ozonização apresenta diversas vantagens, como redução do odor, gosto, cor, ferro e manganês, ação desinfetante para uma ampla gama de pH, ação bactericida e inexistência de perigo de superdosagem. Como desvantagem, não tem ação residual e elevado gasto de energia elétrica.
- h) **Cloro:** é o principal agente empregado na desinfecção de água para consumo humano. Possui alta eficiência, poder residual, baixo custo e pode ser facilmente encontrado. Ele pode ser empregado com duas funções no tratamento de água:
 - **Desinfetante:** atua inativando, destruindo ou dificultando o desenvolvimento de microrganismos de significado sanitário.
 - **Oxidante:** atua modificando a característica química da água na qual é aplicado, como na remoção da amônia e de seus compostos, além dos compostos orgânicos diversos e dos inorgânicos oxidáveis.

Quanto aos tipos de cloração, podem ser:

- **Cloro residual combinado:** aplicada após a filtração para o controle do crescimento de bactérias, mantendo um teor residual até o consumidor;
- **Cloro residual livre:** aplicado para diminuir o crescimento de algas e bactérias nos decantadores e filtros, além de destruir os microrganismos patogênicos que ainda não tenham sido retidos. Usado para pré, pós ou recloração.

De acordo com a portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde: “[...]Após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de **0,5mg/l**, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, **0,2mg/l em qualquer ponto da rede de distribuição**, recomendando-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos. Parágrafo único. Admite-se a utilização de outro agente desinfetante ou outra condição de operação do processo de desinfecção, desde que fique demonstrado pelo responsável pelo sistema de tratamento uma eficiência de inativação microbiológica equivalente à obtida com a condição definida neste artigo”.

Outras características importantes da cloração são dadas pelo Manual de Inspeção Sanitária e Abastecimento de Água, do Ministério da Saúde:



A inativação dos microrganismos ocorre pela ação de certa dose de cloro por determinado tempo de contato. Normalmente, em ordem crescente de resistência à desinfecção, apresentam-se as bactérias, os vírus, os protozoários e os helmintos (praticamente imunes).

A eficiência da cloração, de longe o processo mais frequentemente empregado, é reduzida em pH elevado. Por isso, a correção final de pH deve ser realizada após a desinfecção.

FLUORETAÇÃO

Esta etapa tem o objetivo de dar aos dentes a obtenção de um esmalte mais resistente, prevenindo a cárie dentária. De acordo com o Manual de Inspeção Sanitária e Abastecimento de Água, do Ministério da Saúde, a concentração de íon fluoreto varia em função da média das temperaturas máximas diárias, observadas durante o período mínimo de um ano (recomenda-se cinco anos). A concentração ótima situa-se em torno de 1,0mg/l. Dosagens excessivas podem ser prejudiciais à saúde, provocando o desenvolvimento de fluorose dentária e osteoporose.

PRODUTOS QUÍMICOS MAIS UTILIZADOS NO CONTROLE E CARACTERÍSTICA DA ÁGUA DURANTE O TRATAMENTO

Por fim, é importante para a sua preparação conhecer alguns dos principais produtos químicos empregados no tratamento de água para adequar as suas características de potabilidade:

- | | |
|---|--|
| <p>a) Ajustagem de pH:</p> <ul style="list-style-type: none">• Cal hidratada;• Carbonato de cálcio;• Carbonato de sódio;• Hidróxido de sódio;• Gás carbônico;• Ácido clorídrico;• Ácido sulfúrico. <p>b) Controle de corrosão:</p> <ul style="list-style-type: none">• Cal hidratada;• Carbonato de sódio;• Hidróxido de sódio;• Polifosfato de sódio. <p>c) Abrandamento:</p> <ul style="list-style-type: none">• Cal hidratada;• Carbonato de sódio;• Cloreto de sódio;• Gás carbônico;• Resinas abrandadoras. | <p>d) Controle e remoção de odor e sabor:</p> <ul style="list-style-type: none">• Carvão ativado;• Dióxido de cloro;• Cloro;• Ozônio;• Permanganato de potássio;• Bentonita. <p>e) Remoção de excesso de cloro</p> <ul style="list-style-type: none">• Carvão ativado;• Sulfeto de sódio;• Bissulfeto de sódio;• Dióxido de enxofre. <p>f) Controle de orgânicos</p> <ul style="list-style-type: none">• Cloraminas;• Dióxido de cloro. |
|---|--|



4 – CONSUMO DE ÁGUA

É importante levar para a prova que, quanto ao aproveitamento, o uso da água pode ser classificado em:

- **Uso consuntivo:** existe perda entre o que é captado e o que retorna ao manancial. Ex.: abastecimento público e industrial, irrigação etc.
- **Uso não consuntivo:** não existe necessidade de retirada da água, como nas aplicações em recreação e lazer, preservação da flora e fauna, geração de energia, navegação etc.

A vazão necessária para atender uma população depende do consumo *per capita* (L/hab.dia) que, por sua vez, envolve diversos fatores, como:

- Nível socioeconômico da população abastecível;
- Presença de indústrias e grandes estabelecimentos comerciais na área do projeto;
- Clima da região;
- Porte, características e topografia da localidade a ser atendida;
- Percentual de hidrometração e custo da tarifa;
- Pressão na rede distribuidora;
- Perdas do sistema;
- Administração do sistema;

VAZÃO MÉDIA

É obtida em função do volume diário de água consumida pela população, vejamos as fórmulas:

$$Vol. \text{ diário} = Pop. \text{ atendida} \cdot Consumo \text{ per capita} \left(\frac{m^3}{dia} \text{ ou } \frac{L}{dia} \right)$$

$$Q_{méd} = \frac{Vol. \text{ diário} \left(\frac{L}{dia} \right)}{86400}$$

Na equação acima, $Q_{méd}$ é dada em L/s.

Contudo, a água distribuída não tem vazão constante, em virtude da maior demanda em certas horas do dia ou épocas do ano. É de se esperar que no verão haja maior consumo diário, assim como o período diurno tende a ter maior consumo do que o noturno. Devido a isso, são considerados fatores que levam em conta a variação diária (k_1) e horária (k_2).

O coeficiente do dia de maior consumo (k_1) é dado pela relação entre o maior consumo diário verificado e o consumo médio diário anual, ou seja:



$$K_1 = \frac{\text{maior consumo diário no ano}}{\text{consumo médio diário no ano}}$$

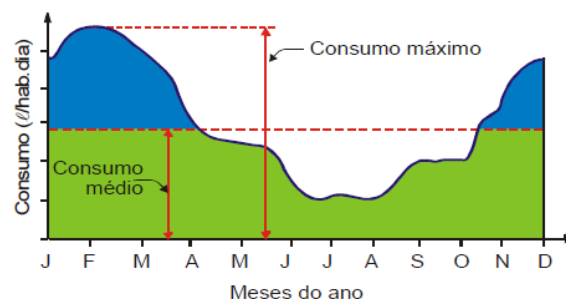


Figura 9: Consumo de água ao longo do ano (Florençano, 2011).

Já o coeficiente da hora de maior consumo (k_2), é dado pela relação entre o maior consumo horário observado em um dia e a vazão média horária do mesmo dia, ou seja:

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

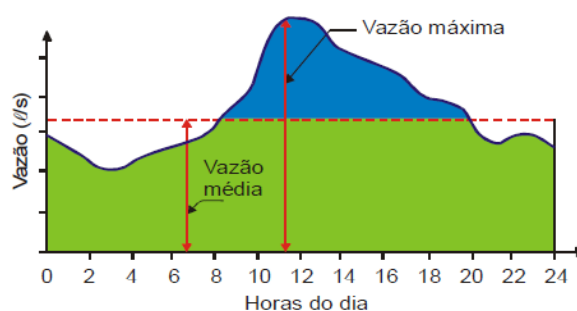


Figura 10: Consumo de água ao longo do dia (Florençano, 2011).

No dimensionamento dos componentes do sistema de abastecimento de água, devem ser consideradas as condições de consumo máximo. As partes situadas a montante do reservatório de distribuição devem ser dimensionadas para atender a vazão média do dia de maior consumo do ano (k_1). Já as partes a jusante do reservatório de distribuição, ou rede de distribuição propriamente dita, deve ser dimensionada considerando a vazão da hora de maior consumo do dia de maior consumo ($k_1 \cdot k_2$).

Considere, por exemplo, a seguinte situação: a figura abaixo representa um sistema de abastecimento de água, desde o manancial até a rede de distribuição, passando por uma estação elevatória (EE), estação de tratamento de água (ETA), reservatório de montante (RM) e rede de distribuição, contando ainda com um reservatório a jusante da rede. A população a ser atendida é de 10.000 habitantes, com consumo *per capita* médio de 200 L/hab. Qual é a vazão de dimensionamento dos trechos 'a', 'b' e 'c'? Considere os fatores $k_1 = 1,20$ e $k_2 = 1,5$.

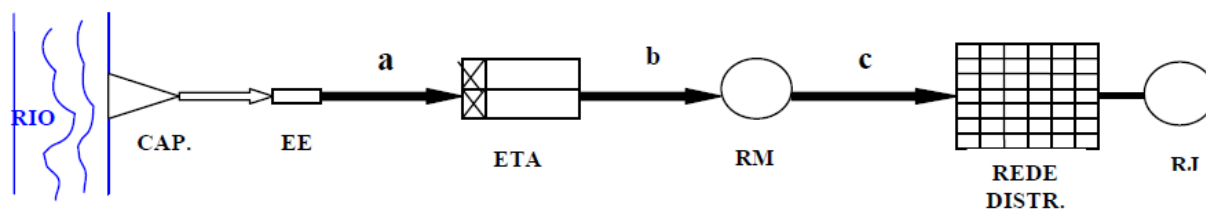


Figura 11: Sistema de abastecimento (Florençano, 2011).

O volume diário é dado pelo produto da população pelo consumo *per capita*:

$$\text{Vol. diário} = \text{Pop. atendida} \cdot \text{Consumo per capita} = 10000 \cdot 200 = 2.000.000 \left(\frac{L}{\text{dia}} \right)$$

De modo que a vazão média é de:



$$Q_{\text{méd}} = \frac{\text{Vol. diário } (\frac{L}{\text{dia}})}{86400} = 23,15 \text{ L/s}$$

Os trechos 'a' e 'b' estão a montante do reservatório de distribuição, que nesse caso é o reservatório de montante. Logo, devem ser dimensionados considerando o coeficiente do dia de maior consumo (k_1), ou seja:

$$Q_a = Q_b = Q_{\text{méd}} \cdot k_1 = 23,15 \cdot 1,20 = 27,78 \text{ L/s}$$

Já o trecho 'c' está a jusante do reservatório e por isso deve levar em consideração, além do coeficiente do dia de maior consumo, o coeficiente da hora de maior consumo (k_2). Então:

$$Q_c = Q_{\text{méd}} \cdot k_1 \cdot k_2 = 23,15 \cdot 1,2 \cdot 1,5 = 41,67 \text{ L/s}$$



As partes situadas **a montante do reservatório** de distribuição devem ser dimensionadas para atender a **vazão média do dia de maior consumo do ano (k_1)**. Já as partes **a jusante do reservatório** de distribuição, ou rede de distribuição propriamente dita, deve ser dimensionada considerando a **vazão da hora de maior consumo do dia de maior consumo ($k_1 \cdot k_2$)**.

5 – UNIDADES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O sistema de abastecimento de água geralmente é composto pelas seguintes unidades: **manancial, captação, conjunto elevatório, adução de água bruta, tratamento (ETA), adução de água tratada, reservatório e rede de distribuição**.

MANANCIAL

É a fonte de onde é extraída a água. Os mananciais mais comuns são as águas subterrâneas e superficiais (rios, lagos etc.), além das águas de chuva. A escolha do manancial deve considerar a localização, as vazões, o crescimento da população e a qualidade da água bruta.

A qualidade da água do manancial deve ser analisada periodicamente. De acordo com a Portaria MS nº 518/04, os responsáveis pelo controle da qualidade da água devem coletar amostras **semestrais** da água bruta, junto do ponto de captação, para análise.



Ainda sobre a qualidade da água dos mananciais, os mananciais superficiais apresentam maior suscetibilidade a variações sazonais e contaminação, seguidos dos lençóis freáticos não confinados e, por último, dos lençóis confinados (artesianos).

Águas superficiais represadas (lagos naturais e barragens), apresentam melhor qualidade do que as águas correntes, em termos de partículas em suspensão (turbidez) e organismos patogênicos sedimentáveis. No entanto, as águas represadas são mais susceptíveis à eutrofização (crescimento de plantas aquáticas), com acentuação da cor e possibilidade de proliferação de cianobactérias.

Embora as águas subterrâneas sejam mais bem protegidas, elas podem estar sujeitas a fontes de contaminação naturais, tais como ferro e manganês, decorrentes de características do solo.

Em geral, a qualidade da água dos mananciais sofre o impacto de variações sazonais, entre períodos de chuva e estiagem, demandando maior atenção na operação da estação de tratamento.

CAPTAÇÃO

A captação é formada pelo conjunto de equipamentos e instalações utilizados na tomada de água do manancial, tanto por gravidade como por recalque.

a) Captação de águas subterrâneas

- **Por meio de drenos:** os drenos são utilizados para captar água quando o lençol freático aflora no terreno em fundos de vale, ou quando está em pequena profundidade. Podem ser empregados sistemas de drenos em grelha, em espinha de peixe etc. Os drenos podem ser constituídos de pedra, manilhas de concreto ou cerâmica e de tubos de PVC perfurados. Esse é um sistema de baixa vazão, geralmente empregado para abastecimento individual ou população muito baixa.
- **Poços escavados:** são poços rasos, geralmente usados em pequenas comunidades, aproveitando o lençol freático. É preciso observar uma distância mínima de **15 m** entre o poço e focos de contaminação.
- **Poços tubulares profundos:** captam água dos aquíferos. Caso o lençol esteja confinado entre duas camadas impermeáveis e sujeitas a pressão maior do que a atmosférica, a água irá subir acima da camada do aquífero, podendo jorrar acima da superfície do solo. É um sistema bastante empregado para o abastecimento coletivo de grandes populações. Uma das principais vantagens é a qualidade da água bruta, o que diminui a quantidade de etapas ou até menos a intensidade do tratamento, chegando em alguns casos a ser necessário apenas a desinfecção, fluoretação e eventual correção do pH. Outra grande vantagem é que a unidade de tratamento pode ser construída próxima ao poço, mitigando ou até mesmo eliminando a existência da adutora de água bruta. A principal desvantagem é a possibilidade, em alguns casos, de a água apresentar elevada dureza ou concentração de sais, prejudicando o sabor e odor, mas isso pode ser corrigido com tratamento adequado.

b) Captação de águas superficiais

- **Captação em rios:** é a forma mais usual de captação de água para o abastecimento de cidades. Geralmente os cursos d'água se encontram em cota inferior à região que será abastecida, e por isso é necessária a instalação de um sistema elevatório (bombeamento). Na análise de um rio como manancial, deve-se estudar as oscilações do nível da água entre períodos de estiagem e de cheia, além das vazões do rio.



As obras de captação de um rio deverão ser implantadas preferencialmente em trechos retilíneos. **Caso o trecho seja em curva, deve ser instalada junto à curvatura externa (margem côncava)**, onde as velocidades da água são maiores, evitando bancos de areia que podem obstruir a entrada de água.

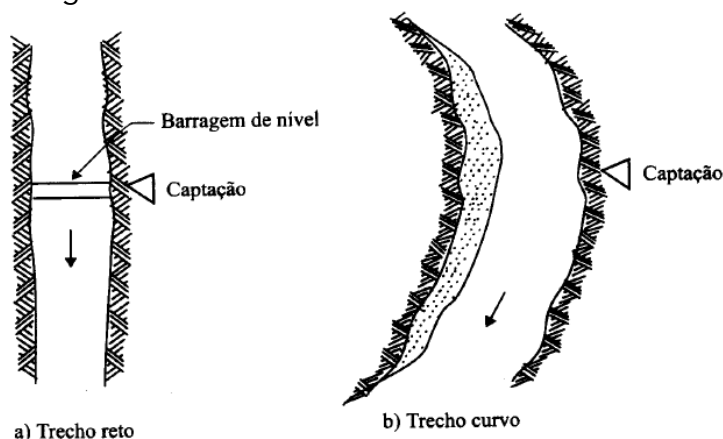


Figura 12: Captação de água em trecho reto e em curva (Florençano, 2011).

Em rios, a tomada de água pode ser realizada diretamente em seu leito ou através de canais de derivação ou barragens de nível. Geralmente, as captações são compostas de:

- Barragens, vertedores e enroncamentos: obras que elevam o nível a montante e asseguram a submersão das canalizações. Não são necessárias em rios profundos.
- Dispositivos retentores de materiais estranhos: impedem a entrada de materiais flutuantes ou em suspensão, como sólidos decantáveis, folhas, galhos, plantas aquáticas, peixes etc. Para a retenção de sólidos decantáveis são empregadas as **caixas de areia ou desarenadores**, em que as partículas decantam no fundo e são removidas posteriormente. Já a entrada de materiais flutuantes e em suspensão ou de maiores dimensões, como peixes, répteis e moluscos, são utilizados **flutuadores, grades, crivos e telas**.
- Dispositivos para controle de vazão: regulam ou vedam a entrada de água para o sistema, quando for necessário efetuar reparos ou limpeza. Os dispositivos mais utilizados são comportas, válvulas/registros e adufas.
- Canais e tubulações de derivação: fazem a ligação entre o rio e a caixa de areia ou poço de bombas.
- **Captação em Represas e Lagos:** geralmente empregam torres de tomada, constituídas de estrutura fechada com diversas entradas de água, localizadas em cotas diferentes e comandadas pela parte superior da torre. Podem também utilizar tubulões, que são semelhantes às torres, porém com bombas de eixo vertical em seu interior.

ADUÇÃO

A adução é o conjunto de tubulações, conexões e registros que promovem a circulação da água, desde a captação até o tratamento (adução de água bruta) ou do tratamento até o reservatório de distribuição (adução de água tratada).



As adutoras podem atuar por gravidade, como conduto forçado ou como conduto livre, ou por recalque. Adutoras por gravidade também podem ter trechos em condutos livre e trechos em condutos forçados, e a linha piezométrica deve estar sempre acima da tubulação.

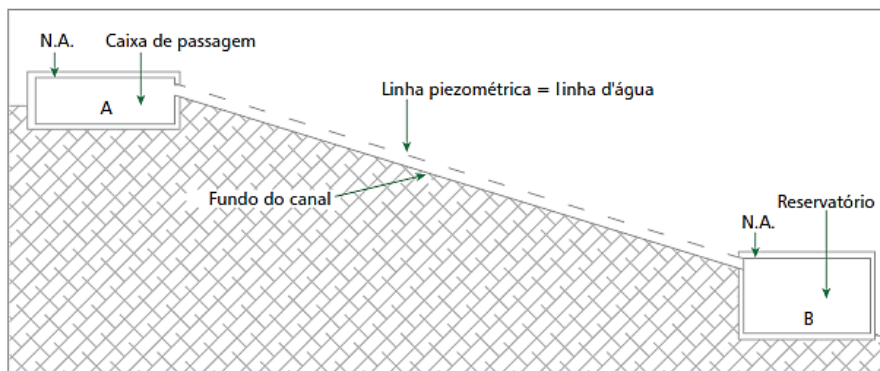


Figura 13: Adutora por gravidade em conduto livre (Funasa, 1999)

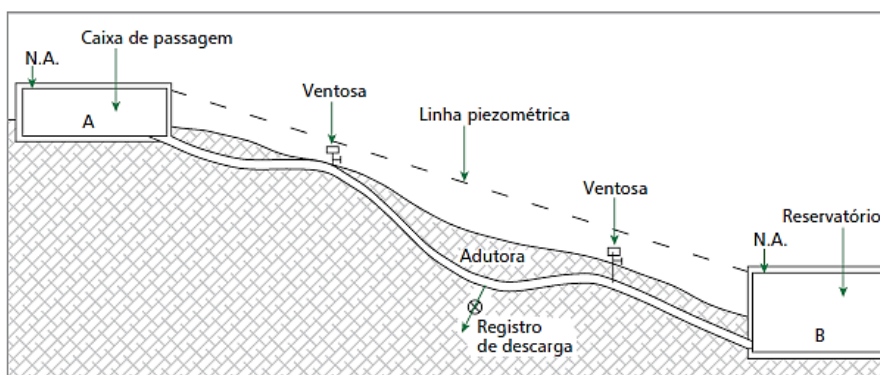


Figura 14: Adutora por gravidade em conduto forçado (Funasa, 1999).

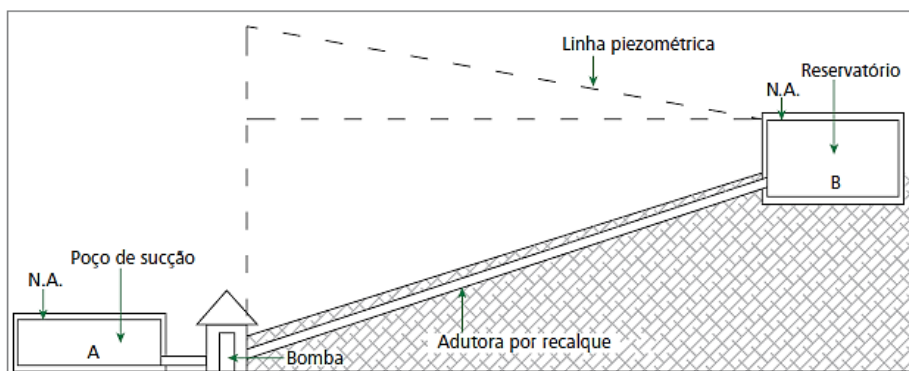


Figura 15: Adutora por recalque (Funasa, 1999).

As adutoras por recalque transportam a água de uma cota mais baixa para uma cota mais alta através da aplicação de energia proveniente de uma estação elevatória (bomba).

Existem também adutoras mistas, com trechos por recalque e trechos por gravidade.

Para absorver esforços externos nas regiões de curvas e derivações, por exemplo, são utilizados blocos de ancoragem, caixas intermediárias ou dispositivos similares.

Para transposição de obstáculos decorrentes do traçado da adutora, podem ser construídas obras complementares em córregos, rios, ferrovias ou rodovias, como travessias subterrâneas ou aéreas.

A canalização que deriva de uma adutora é chamada de subadutora.

É importante instalar nas adutoras, válvulas de descarga, para possibilitar a sua conservação e limpeza, e ventosas, para evitar a ocorrência de pressão negativa no interior das tubulações, o que pode favorecer a sucção de águas de qualidade inferior.

RESERVAÇÃO

Reservatórios são dispostos entre o tratamento e a rede de distribuição/consumo, com as finalidades de atender às variações de consumo ao longo do dia, proporcionar a continuidade do abastecimento em caso de paralisação da produção de água, manter pressões adequadas na rede e garantir uma reserva estratégica de combate a incêndios.

As condições de pressão na rede são influenciadas pela localização topográfica do reservatório. Pressões excessivas podem ocasionar vazamentos e até ruptura das canalizações e conexões, o que pode gerar perda e desperdício de água. Por outro lado, pressões insuficientes podem acarretar a descontinuidade do abastecimento em pontos distantes e/ou elevados, podendo até gerar condições de subpressão na rede e provocar recontaminação da água tratada.

Assim, os reservatórios devem ser previstos em localização adequada e com níveis que atendam às condições adequadas ao funcionamento, principalmente no tocante às **pressões estáticas máximas e pressões dinâmica mínimas**.



Pressões estáticas estão relacionadas ao **nível máximo do reservatório** quando a rede não está funcionando. A pressão estática máxima admitida em uma rede é de **50 mca** (ou 500 kPa).

Pressões dinâmicas são computadas a partir do **nível mínimo do reservatório**, **descontadas as perdas de carga** que ocorrem durante o movimento da água. A pressão dinâmica mínima em uma rede é de **10 mca** (ou 100 kPa).

Em função da localização no sistema, os reservatórios podem ser:

- **De montante:** fica no início da rede, sendo sempre fornecedor de água para a rede;
- **De jusante:** pode estar situado na extremidade da rede ou em pontos estratégicos do sistema, podendo, alternadamente, fornecer ou receber água da rede de distribuição. Também são chamados de reservatórios de sobra.

Quanto à forma construtiva:



- **Elevados:** construídos sobre pilares e empregados quando há necessidade de aumentar a pressão devido a condições topográficas;
- **Apoiados, enterrados ou semienterrados:** construídos apoiados diretamente no nível do solo, abaixo do nível do solo e parte abaixo do nível do solo, respectivamente.

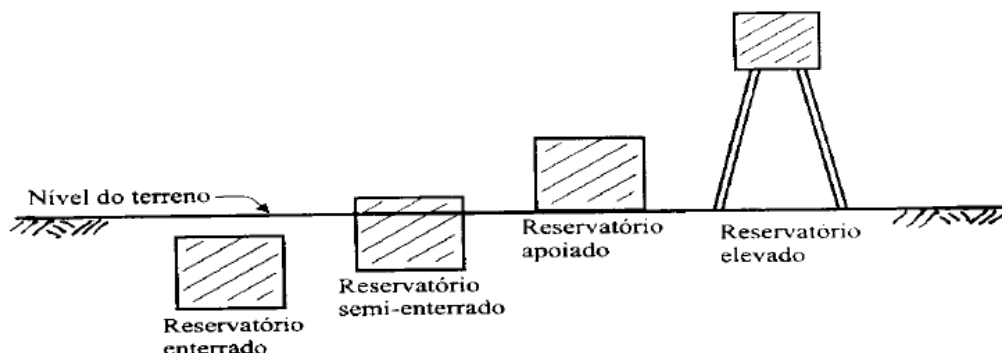


Figura 16: Tipos de reservatórios quanto à forma construtiva (Florençano, 2011).

Outro ponto importante sobre os reservatórios trazidos pela NBR 12217:1994:

- 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, aplicando-se o fator de 1,2 ao calculado, para levar em consideração incertezas do cálculo.
- O fundo do reservatório deve ficar acima do nível de água máximo do lençol freático e da cota de inundação máxima.
- Para reservatórios construídos com material fissurável, deve ser previsto sistema de drenagem subestrutural para eventuais vazamentos.
- A velocidade da água na canalização de entrada não deve exceder o dobro da velocidade na adutora que alimenta o reservatório.
- Na canalização de saída, a velocidade da água não deve exceder uma vez e meia a velocidade na tubulação da rede principal imediatamente a jusante.
- Deve ser previsto extravasor no reservatório, sendo que a folga mínima entre a cobertura do reservatório e o nível máximo atingido pela água é de 0,30 m.
- No fundo, deve ser prevista descarga de fundo, situada abaixo do nível mínimo, com diâmetro não inferior a 15 cm.
- A cobertura do reservatório pode ser utilizada para outros fins, desde que não comprometa a estrutura do reservatório e a qualidade da água.
- Quanto à inspeção, cada câmara de reservação deve ter, pelo menos, uma abertura de inspeção, com dimensão mínima de 60 cm, fechada com tampa e que fique junto a uma parede. As bordas da abertura de inspeção devem estar pelo menos 10 cm acima da superfície da cobertura.

REDE DE DISTRIBUIÇÃO

A rede de distribuição é composta pelas tubulações e acessórios que conduzem a água tratada até os consumidores de forma contínua, em quantidade, qualidade e pressões adequadas.



A rede deve apresentar alguns requisitos para que mantenha o padrão de potabilidade desde a ETA até os consumidores, como pressão positiva, proteção contra contaminação (estanqueidade e distância até redes de esgoto) e ser provida de registros e dispositivos de operação, sem prejuízo ao abastecimento.

Os principais elementos de uma rede de abastecimento são:

- **Condutos ou tubulações principais:** são as tubulações de maior diâmetro, destinadas a abastecer áreas extensas, além de fornecer águas às malhas secundárias da rede.
- **Condutos ou tubulações secundárias:** derivam das tubulações principais e são destinadas ao abastecimento local (ligações domiciliares).
- **Válvulas de manobra:** a válvula de manobra é um registro destinado à interrupção ou ao controle do fluxo da água na rede de distribuição, sendo recomendada sua instalação nas derivações das tubulações-tronco (conduto principal), que alimentam as tubulações secundárias.
- **Válvulas de descargas:** são previstas nos pontos baixos da rede, com o objetivo de esvaziar totalmente a tubulação e impedir a entrada de água. O diâmetro mínimo para as válvulas 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.
- **Ventosas:** são aparelhos empregados para permitir a saída de ar nas tubulações. Geralmente são aplicadas nos pontos altos quando o terreno é muito acidentado. As ventosas também podem ser empregadas com o objetivo de evitar colapsos nas canalizações de aço ou outro material que possa se deformar por circunstância do esvaziamento rápido das canalizações, formando vácuo interno.
- **Válvulas redutoras de pressão:** reduzem a pressão de montante a uma pressão constante a jusante da tubulação.
- **Válvula sustentadora de pressão:** podem ser instaladas na tubulação principal, sustentando as pressões mínimas a montante, ou em derivação com descarga para a atmosfera, atuando como válvula de alívio.

Quanto aos tipos de redes, as mais usuais são:

- **Tipo ramificada ou "espinha de peixe":** formada por um conduto principal, do qual partem os condutos secundários. Possui o inconveniente de ser alimentada por um único ponto, o que pode gerar o desabastecimento em caso de interrupção para manutenção ou correção de acidente.
- **Tipo grelha:** os circuitos principais são paralelos, não fechando circuito (anéis).
- **Tipo malhada (com anel):** os condutos principais formam circuitos fechados (anéis) em volta dos condutos secundários. Possibilitam a alimentação de um ponto por diversas vias, aumentando a flexibilidade no atendimento das demandas emergenciais para manutenção da rede. É o tipo de rede mais utilizada no Brasil.
- **Tipo mista:** associação entre os diversos tipos.

APOSTA ESTRATÉGICA

Dentro do assunto "**Abastecimento e Tratamento de Água**", o tópico "**Unidades do Sistema de Abastecimento**" é o que tem mais chance de cair em sua prova. Nesse sentido, é importante você conhecer bem as características e finalidades de cada unidade, bem como os aspectos de projeto.



Manancial

- Deve considerar a localização, vazões, crescimento da população e qualidade da água.
- Pode ser superficial ou subterrâneo.
- Superficiais têm maior suscetibilidade a variações sazonais e contaminação.
- Águas subterrâneas, em geral, apresentam maior qualidade.

Captação

- Equipamentos e instalações utilizados na tomada de água.
- Pode ocorrer por gravidade ou recalque.
- A captação de águas subterrâneas pode ocorrer por meio de drenos, porços escavados ou poços tubulares profundos.
- A captação superficial em rios devem ser realizadas, de preferência, em trechos retílineos. Caso o trecho seja em curva, deve ser instalada junto à curvatura externa (margem côncava).
- Devem dispor de dispositivos retentores de materiais estranhos, como desarenadores, grades etc.

Adução

- Conjunto de tubulações e registros que promovem a circulação da água desde a captação até o tratamento (água bruta) ou do tratamento até o reservatório (água tratada).
- Podem atuar por gravidade, como conduto forçado ou como conduto livre, ou por recalque.
- Nas adutoras por gravidade, a linha piezométrica deve estar sempre acima da tubulação.

Reservação

- Utilizados para atender às variações de consumo ao longo do dia.
- Deve ser localizado de modo a atender as pressões estáticas máximas (50 mca) e dinâmica mínima (10 mca).
- Quanto à localização, os reservatórios podem ser de montante ou de jusante.
- Quanto à forma construtiva: elevados, apoiados, enterrados ou semienterrados.

Rede de Distribuição

- Conduzem a água tratada até os consumidores de forma contínua, em quantidade, qualidade e pressões adequadas.
- Compostas por condutos ou tubulações principais e condutos ou tubulações secundárias, além de acessórios (válvulas de manobra, válvulas de descargas, ventosas, válvulas redutoras de pressão, válvulas sustentadoras de pressão etc).
- Tipos de redes: ramificada ou espinha de peixe; grelha; malhada (com anel); mista.



QUESTÕES ESTRATÉGICAS

Nesta seção, apresentamos e comentamos uma amostra de questões objetivas selecionadas estrategicamente: são questões com nível de dificuldade semelhante ao que você deve esperar para a sua prova e que, em conjunto, abordam os principais pontos do assunto.

A ideia, aqui, não é que você fixe o conteúdo por meio de uma bateria extensa de questões, mas que você faça uma boa revisão global do assunto a partir de, relativamente, poucas questões.



1. (Cebbraspe/2020/MPE-CE/Analista Ministerial) Em relação a concepção de projetos de estação de tratamento de água para abastecimento público, julgue o seguinte item.

No projeto de uma estação de tratamento de água, são utilizados os seguintes dispositivos para dispersar produtos químicos na água a ser tratada: plano inclinado, bandejas perfuradas sobrepostas, cascatas e escadas.

Comentários

As águas presentes na natureza geralmente apresentam gases dissolvidos, principalmente aqueles presentes no ar atmosférico, como o nitrogênio, oxigênio e o gás carbônico. Devido a isso, uma das etapas do tratamento de águas é a **aeração**, principalmente em águas sem contato prévio com o ar, como águas subterrâneas. Na aeração uma fase gasosa (geralmente o ar) é colocada em contato com a água com os seguintes objetivos:

- Remover gás carbônico, que em teores elevados torna a água agressiva com características corrosivas;
- Remover ácido sulfúrico, que pode prejudicar esteticamente a água;
- Remover substâncias aromáticas voláteis que podem causar sabor e odor desagradáveis;
- Introduzir oxigênio para a oxidação dos compostos de ferro e manganês.

Os principais tipos de aeradores empregados nas Estações de Tratamento de Água são:

- Por gravidade: tipo cascata ou bandeja;
- Por pulverização;
- Por ar difuso.

Neste sentido, a NBR 12216 (Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público) diz o seguinte:

5.7 Aeradores



5.7.1 Destinam-se a introduzir ar na água para remoção de compostos voláteis e oxidáveis e gases indesejáveis.

5.7.2 Os **dispositivos de aeração** admitidos são:

- a) **plano inclinado**, formado por uma superfície plana com declividade de 1:2 a 1:3, dotado de protuberâncias destinadas a aumentar o contato da água com a atmosfera;
- b) **bandejas perfuradas sobrepostas**, com ou sem leito percolador, formando conjunto no mínimo com quatro unidades;
- c) **cascatas**, constituídas de pelo menos quatro plataformas superpostas, com dimensões crescentes de cima para baixo;
- d) **escadas**, por onde a água deve descer sem aderir às superfícies verticais;
- e) ar comprimido difundido na água contida em tanques;
- f) tanques com aeradores mecânicos;
- g) torre de aeração forçada, com anéis Rashing ou similares;
- h) outros de comprovada eficiência.

Assim, resta claro que a questão citou dispositivos aeradores afirmando que são utilizados para a dispersão de produtos químicos na água, fato pelo qual resta incorreta a assertiva.

Mas qual são os dispositivos empregados para a dispersão de produtos químicos na água? A NBR 12216 cita-os da seguinte forma:

5.8 Mistura rápida

5.8.1 Operação destinada a **dispersar produtos químicos na água** a ser tratada, em particular no processo de coagulação, para o qual são destinadas as disposições seguintes.

[...]

5.8.3 Constituem dispositivos de mistura:

- a) qualquer trecho ou seção de canal ou de canalização que produza perda de carga compatível com as condições desejadas, em termos de gradiente de velocidade e tempo de mistura;
- b) difusores que produzam jatos da solução de coagulante, aplicados no interior da água a ser tratada;
- c) agitadores mecanizados;
- d) entrada de bombas centrífugas.

5.8.4 Podem ser utilizados como dispositivo hidráulico de mistura:

- a) qualquer singularidade onde ocorra turbulência intensa;
- b) canal ou canalização com anteparos ou chicanas;
- c) ressalto hidráulico;
- d) qualquer outro trecho ou seção de canal ou canalização que atenda às condições de 5.8.2.

Gabarito: Errado

2. (Cebbraspe/2020/MPE-CE/Analista Ministerial) Em relação a concepção de projetos de estação de tratamento de água para abastecimento público, julgue o seguinte item.



Em flocladores hidráulicos, a velocidade da água ao longo dos canais deve ser inferior a 0,1 m/s.

Comentários

A floculação, também chamada de mistura lenta, é o processo no qual as partículas são forçadas a se movimentar para que sejam atraídas entre si, formando os flocos que com a continuidade da agitação tendem a se juntar e ficar mais pesados, e com isso poderão ser separados nos processos seguintes de decantação e filtração.

De acordo com a NBR 12216 (Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público):

5.9.6 Nos flocladores hidráulicos, a agitação deve ser obtida por meio de chicanas ou outros dispositivos direcionais de fluxo que confirmam à água movimento horizontal, vertical ou helicoidal; a intensidade de agitação resulta da resistência hidráulica ao escoamento e é medida pela perda de carga.

5.9.6.1 A velocidade da água ao longo dos canais deve ficar **entre 10 cm/s e 30 cm/s**.

Assim, a recomendação normativa é de que nos flocladores hidráulicos a velocidade seja maior do que 10 cm/s (ou 0,1 m/s), o que torna a assertiva incorreta.

Gabarito: Errado

3. (Cebraspe/2019/PGE-PE/Analista Administrativo) Julgue o item subsecutivo, relativo a processos de tratamento de água.

No processo de floculação, é recomendável que a agitação provocada no tanque seja gradualmente crescente, até que seja atingida uma velocidade igual à empregada na calha Parshall.

Comentários

A velocidade empregada na calha Parshall é alta para que haja a mistura e dispersão dos produtos químicos na água. Já na floculação, a velocidade é lenta, da ordem de 10 a 30 cm/s, para que haja a adesão das partículas e formação dos flocos.

Logo, é importante observar que a coagulação e a floculação ocorrem em pontos distintos do tratamento, sendo que aquela ocorre no início do tratamento e em velocidade rápida, enquanto esta ocorre por agitação da massa coagulada em velocidade lenta, antes da decantação.

Assim, a assertiva erra ao afirmar que a velocidade na floculação precisa ser crescente e igual à empregada na calha Parshall.

Gabarito: Errado

4. (Cebraspe/2019/PGE-PE/Analista Administrativo) Julgue o item subsecutivo, relativo a processos de tratamento de água.



Em unidades de mistura rápida, é dispensável o uso de coagulantes e de equipamentos sofisticados para o seu controle, devendo o gradiente de velocidade ser estimado em função do tempo especificado para a agitação.

Comentários

No processo de mistura **o coagulante é colocado em contato com a água** nos pontos de maior agitação, de forma contínua, homogênea e rápida, uma vez que o processo deve estar concluído antes da reação do coagulante. Para realizar a mistura deve ser fornecida energia à água, com o consequente aumento da agitação, aumentando o número de choques entre as partículas. Essa energia pode ser adicionada por meio hidráulico (calha *Parshall*) ou mecânico (**câmaras de mistura rápida, com a utilização de pás, hélices e turbinas**).

Ainda em termos de mistura rápida, vejamos o que diz a NBR 12216 (Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público):

5.8.2 *As condições ideais em termos de gradiente de velocidade, tempo de mistura e concentração da solução de coagulante devem ser determinadas preferencialmente através de ensaios de laboratório.*

Assim, a assertiva erra ao afirmar que é dispensável o uso de coagulantes no processo de mistura rápida e ao afirmar que o gradiente de velocidade deve ser estimado em função do tempo especificado para agitação.

Gabarito: Errado

5. (Cebbraspe/2019/PGE-PE/Analista Administrativo) Julgue o item subsecutivo, relativo a processos de tratamento de água.

O uso de cloro no processo de desinfecção da água garante elevada eficiência na inativação de eventuais bactérias e vírus presentes na água.

Comentários

A desinfecção é o processo que visa destruir organismos patogênicos e inativar outros organismos indesejáveis. Esse processo é influenciado por diversos fatores (espécie dos organismos, tempo de contato, características físicas e químicas da água, além do grau de dispersão do desinfetante na água), que impactam diretamente no tipo de tratamento que deve ser empregado. Assim, existem vários agentes que podem ser utilizados na desinfecção, dentre os quais está o **cloro**.

O cloro é o agente mais utilizado no processo de desinfecção, sendo que pode ser empregado como:

- Desinfetante: para inativar, destruir ou dificultar o desenvolvimento de microrganismos;
- Oxidante: modifica a característica química da água, removendo compostos orgânicos e inorgânicos oxidáveis, por exemplo.

De acordo com o Manual de Inspeção Sanitária e Abastecimento de Água do Ministério da Saúde, na desinfecção da água utilizando o cloro:



A inativação dos microrganismos ocorre pela ação de certa dose de cloro por determinado tempo de contato. Normalmente, **em ordem crescente de resistência à desinfecção, apresentam-se as bactérias, os vírus, os protozoários e os helmintos (praticamente imunes).**

Ainda segundo o manual:

Em geral, no tratamento da água **as bactérias e vírus são inativados no processo de desinfecção**, enquanto os protozoários e helmintos são, preponderantemente, removidos por meio da filtração.

Dessa forma, podemos concluir pela correção da assertiva ao atestar a eficiência do cloro na remoção de vírus e bactérias no tratamento de água.

Gabarito: Certo

6. (Cebraspe/2019/SLU-DF/Analista de Gestão de Resíduos Sólidos) Com referência a parâmetros de qualidade da água e a tratamento de esgoto, julgue o item.

A presença de sólidos finos em suspensão na água dificulta a incidência de luz e reduz consideravelmente a transparência da água, o que ocasiona a chamada turbidez.

Comentários

A turbidez é uma das características da água. Ela pode ser definida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através da água. Essa alteração à penetração da luz decorre da presença de substâncias naturais (minerais) em suspensão e de sólidos suspensos no estado coloidal (argila e sílica), algas ou outros microrganismos.

Assim, está correta a assertiva.

Gabarito: Certo

7. (Cebraspe/2019/MPC TCE-PA/Analista Ministerial) Acerca de aspectos operacionais nas estações convencionais de tratamento de água, julgue os itens a seguir.

Na fase final do tratamento, o pH mais elevado da água torna a desinfecção por cloração mais eficiente.

Comentários

Vejamos o que diz o Manual de Inspeção Sanitária e Abastecimento de Água do Ministério da Saúde:

A eficiência da cloração, de longe o processo mais frequentemente empregado, **é reduzida em pH elevado**. Por isso, a correção final de pH deve ser realizada após a desinfecção.

A recomendação é de que a cloração seja realizada em **pH inferior a 8,0** e tempo de contato mínimo de 30 minutos (Portaria MS no 518/2004). Logo, a assertiva erra ao afirmar que o pH mais elevado aumenta a eficiência da cloração.

Gabarito: Errado



8. (Cebbraspe/2019/MPC TCE-PA/Analista Ministerial) Acerca de aspectos operacionais nas estações convencionais de tratamento de água, julgue os itens a seguir.

Nos filtros rápidos de fluxo descendente, com camada dupla, a areia é colocada sobre o antracito.

Comentários

As suspensões floculadas que não forem retiradas no processo de decantação, devem ser retiradas na filtração. Os filtros são compostos de meios filtrantes (areia, pedregulho etc).

Os filtros podem ser lentos ou rápidos. Os filtros rápidos são aplicados em associação a produtos químicos, permitindo maior velocidade da água, podendo ser de camadas simples ou duplas.

De acordo com a NBR 12216 (Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público):

5.12.2 Os filtros podem ser de camada filtrante simples ou dupla, de fluxo ascendente ou descendente, sendo os de fluxo ascendente sempre de camada simples.

[...]

5.12.2.2 A **camada filtrante dupla deve ser constituída de camadas sobrepostas de areia e antracito**, com espessuras e características granulométricas determinadas por ensaios em filtro-piloto; quando os ensaios não são realizados, pode ser utilizada a especificação básica seguinte:

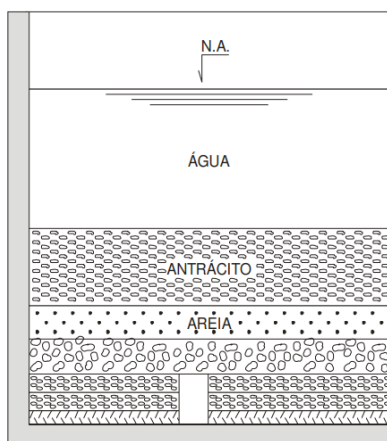
a) areia:

- espessura mínima da camada, 25 cm;
- tamanho efetivo, de 0,40 mm a 0,45 mm;
- coeficiente de uniformidade, de 1,4 a 1,6;

b) antracito:

- espessura mínima da camada, 45 cm;
- tamanho efetivo, de 0,8 mm a 1,0 mm;
- coeficiente de uniformidade, inferior ou igual a 1,4.

Assim, ao contrário do afirmado, o antracito deve ser colocado sobre a areia, conforme esquema abaixo.



Gabarito: Errado



9. (Cebraspe/2018/ABIN/Oficial Técnico de Inteligência) Julgue o seguinte item, referente a sistemas, métodos e processos de abastecimento, tratamento, reserva e distribuição de águas.

A água natural submetida a tratamento com coagulação química apresenta parâmetros de qualidade muito próximos do padrão de potabilidade.

Comentários

De início é preciso analisar os tipos de águas naturais à luz da NBR 12216 (Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público):

5.3.2 Para fins desta Norma, devem ser considerados os seguintes tipos de águas naturais para abastecimento público:

Tipo A - águas subterrâneas ou superficiais, provenientes de bacias sanitariamente protegidas, com características básicas definidas na Tabela seguinte, e as demais satisfazendo aos padrões de potabilidade;

Tipo B - águas subterrâneas ou superficiais, provenientes de bacias não-protegidas, com características básicas definidas na Tabela seguinte, e que possam enquadrar-se nos padrões de potabilidade, mediante processo de tratamento que não exija coagulação;

Tipo C - águas superficiais provenientes de bacias não protegidas, com características básicas definidas na Tabela seguinte, e que exijam coagulação para enquadrar-se nos padrões de potabilidade;

Tipo D - águas superficiais provenientes de bacias não protegidas, sujeitas a fontes de poluição, com características básicas definidas na Tabela seguinte, e que exijam processos especiais de tratamento para que possam enquadrar-se nos padrões de potabilidade.

5.3.3 Tratamento mínimo necessário a cada tipo de água:

Tipo A - desinfecção e correção do pH;

Tipo B - desinfecção e correção do pH e, além disso:

a) decantação simples; ou

b) filtração, precedida ou não de decantação;

Tipo C - coagulação, seguida ou não de decantação, filtração em filtros rápidos, desinfecção e correção do pH;

Tipo D - tratamento mínimo do tipo C e tratamento complementar apropriado a cada caso.

Assim, nota-se que quando é realizada a coagulação ela é condição necessária para enquadrar a água no padrão adequado de potabilidade e, ainda, são necessários outros procedimentos, como filtração, desinfecção e correção do pH. Logo, a água natural submetida a desinfecção não possui parâmetro de qualidade próximo do padrão de potabilidade. As águas que possuem parâmetros mais próximos de potabilidade são as dos Tipo A, sendo que mesmo assim é necessária a desinfecção e correção do pH.

Gabarito: Errado

10. (Cebraspe/2016/FUB/Engenheiro Civil) Com relação a sistemas de abastecimento de água, julgue o item a seguir.



No planejamento e projeto de uma estação de tratamento de água (ETA), as cotas do terreno onde será localizada a ETA não precisam ser consideradas já que, se for necessário, bombeiam-se tanto a água bruta, na entrada, quanto a água tratada, na saída.

Comentários

O erro da assertiva é afirmar que não se deve considerar as cotas do terreno ao se projetar uma ETA. Vejamos o que diz a NBR 12216 (Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público):

5.2.1.1 O terreno para implantação da ETA deve estar situado em local livre de enxurradas e acima da cota de máxima enchente, de modo que esta não comprometa a operação.

[...]

5.2.4 A ETA deve ser projetada levando-se em conta, entre outros fatores, a disposição das tubulações, a topografia natural do terreno, as descargas de fundo e o recebimento de produtos químicos.

Gabarito: Errado

11. (Cebraspe/2020/MPE-CE/Analista Ministerial) Com relação ao escoamento em condutos sob pressão, julgue o item que se segue.

No pré-dimensionamento de canalizações para sistemas de abastecimento, deve-se levar em consideração a velocidade média de escoamento, calculada a partir do consumo previsto por parte da população atendida; além disso, deve-se garantir que a velocidade mínima esteja entre 0,5 m/s e 0,9 m/s, para evitar a deposição de sedimentos na parede do tubo.

Comentários

A assertiva apresenta valores incorretos de velocidades mínimas. Vejamos o que diz a NBR 12218:2017 - Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público:

5.7 Dimensionamento dos condutos

5.6.4 As velocidades máximas de dimensionamento devem corresponder a uma perda de carga de até 10 m/km. **Devem ser evitadas velocidades mínimas inferiores a 0,40 m/s.** Exceção pode ser aceita, desde que tecnicamente justificada.

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

Logo, assertiva incorreta.

Gabarito: Errado

12. (Cebraspe/2020/MPE-CE/Analista Ministerial) Em relação a concepção de projetos de estação de tratamento de água para abastecimento público, julgue o seguinte item.

A construção de uma estação de tratamento de água em terreno sujeito a enchentes é condicionada à implementação de um sistema de drenagem eficiente.



Comentários

Vejamos o que a NBR 12216 (Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público) diz sobre a possibilidade de construção de ETA em área sujeita a enchente:

5.2.1.1 O terreno para implantação da ETA deve estar situado em local livre de enxurradas e acima da cota de máxima enchente, de modo que esta não comprometa a operação.

[...]

5.2.1.3 Inexistindo terreno livre de enchentes, exige-se pelo menos que:

a) as bordas das unidades e dos pisos dos recintos, onde são feitos armazenamentos ou se localizam as unidades básicas para o funcionamento da ETA, estejam situadas pelo menos 1,00 m acima do nível máximo de enchente;

b) a estabilidade da construção, estudada levando em conta a ocorrência de enchentes, deve prever, quando necessárias, obras especiais para evitar erosão das fundações;

c) as descargas da ETA possam realizar-se sob qualquer cota de enchente.

Assim, diante de situação em que a construção da ETA em terreno sujeito a enchentes a recomendação normativa vai além da implementação de sistema de drenagem, como mostra o item 5.2.1.3 da norma.

Gabarito: Errado

13. (Cebraspe/2020/MPE-CE/Analista Ministerial) Em relação a concepção de projetos de estação de tratamento de água para abastecimento público, julgue o seguinte item.

A água do tipo A pode apresentar um valor médio de DBO (5 dias) de até 2,0 mg/L, e seu tratamento mínimo se dá por meio de desinfecção e correção do pH.

Comentários

De acordo com a NBR 12216 (Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público), a água do tipo A são águas subterrâneas ou superficiais, provenientes de bacias sanitariamente protegidas. O tratamento mínimo para este tipo A é a desinfecção e correção do pH.

Em relação à DBO média aos 5 dias, a NBR 12216 apresenta os seguintes valores:

Tipos	A	B	C	D
DBO 5 dias (mg/L):				
- média	até 1,5	1,5 - 2,5	2,5 - 4,0	> 4,0
- máxima, em qualquer amostra	1 - 3	3 - 4	4 - 6	> 6

Logo, o valor correto de DBO média para a água do tipo A é de até 1,5 mg/L, fato pelo qual está incorreta a assertiva.

Gabarito: Errado

14. (Cebraspe/2019/PGE-PE/Analista Administrativo) 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.

Durante a construção de poços rasos para captação de água subterrânea, a cobertura do poço deve ser posicionada, preferencialmente, na cota do terreno natural, para minimizar custos com movimentação de terra.

Comentários

Se a cobertura do poço for realizada rente à cota do terreno natural, o poço ficará sujeito à contaminação. Devido a isso, a recomendação do Manual de Inspeção Sanitária em Abastecimento de Água é para posicionar as coberturas dos poços rasos em cota altimétrica superior à cota do terreno e à cota de inundação da área correspondente (pelo menos 30 cm acima destas cotas). Assim, está incorreta a assertiva.

Gabarito: Errado

- 15. (Cebraspe/2019/PGE-PE/Analista Administrativo)** 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.

É recomendável que a tubulação na saída de poço para captação de água subterrânea de lençol confinado seja dotada de válvulas que evitem o retorno da água e possibilitem a interrupção ou o controle do fluxo de água.

Comentários

O Manual de Inspeção Sanitária em Abastecimento de Água traz boas práticas para a captação de água subterrânea de lençol confinado, dentre as quais: *“Dotar a tubulação na saída do poço com válvulas que evitem o retorno da água (válvula de retenção) e possibilitem a interrupção ou o controle de seu fluxo (válvula de parada). A tubulação deve ser também provida de ventosa e de derivação aberta para a atmosfera, com válvula de parada, visando permitir operações de medição de vazão, limpeza do poço e descarga da adutora”*.

Assim, está correta a assertiva.

Gabarito: Certo

- 16. (Cebraspe/2019/CGE-CE/Auditor de Controle Interno)** Acerca de aspectos construtivos, de manutenção e de cuidados operacionais das redes de distribuição de água, julgue os itens a seguir.

I A pressão dinâmica mínima determinada pela ABNT para as redes de distribuição de água é de 200 kPa.



II A instalação de válvulas redutoras de pressão em pontos estratégicos da rede de distribuição contribui para o combate a perdas físicas de água.

III Os tubos plásticos de polietileno de alta densidade utilizados nas redes de distribuição de água têm as vantagens de longa vida útil e alta resistência a impactos.

IV Os registros de pressão são usados nas redes de distribuição de água para permitir manobras, satisfazer demandas e facilitar manutenções.

Estão certos apenas os itens.

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

Comentários

Analizando cada item:

- I. A pressão dinâmica mínima determinada pela ABNT para as redes de distribuição de água é de **100 kPa**. Logo, assertiva **incorreta**.
- II. A utilização de válvulas redutoras de pressão contribui sim para a diminuição das perdas físicas de água ao longo da rede, uma vez que a menor pressão diminui a magnitude/vazão dos vazamentos. Nesse sentido, a NBR 12218 (Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público – Procedimento) preconiza que: “[...] Nos casos em que a diferença entre as pressões estáticas máximas e dinâmicas mínimas forem significativas, adotar dispositivo de controle dotados de ajuste automático de pressão em função da variação de consumo diurno e noturno”. Logo, assertiva **correta**.
- III. Os tubos de PEAD são amplamente empregados em tubulações hidráulicas de redes de distribuição de água, sendo algumas de suas vantagens a alta durabilidade, vida útil e resistência a impactos. Assim, assertiva **correta**.
- IV. A função de uma válvula redutora de pressão é limitar a pressão de entrada de água em excesso a uma pressão de saída menor e constante. Elas realizam esta tarefa modulando automaticamente sua área de abertura e mantendo a pressão de saída dentro de limite adequado. Logo, não são empregadas para as funções descritas na assertiva, em que podem ser empregadas válvulas de manobra, por exemplo. Assim, assertiva **incorreta**.

Gabarito: C

17. (Cebbraspe/2019/TCE-RO/Auditor de Controle Externo) 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

Analisando cada alternativa:

- a) A barragem de nível visa apenas elevar o nível de água de modo a facilitar a tomada d'água ou garantir a submersão dos dispositivos de recalque. Logo, não é função da barragem de nível manter a vazão constante ou acumular água, mas apenas facilitar a tomada d'água. Logo, alternativa **incorreta**.
- b) Se a linha piezométrica ficar abaixo da linha da tubulação não haverá escoamento por gravidade. Imagine que um reservatório se encontre em uma elevação +10 e queira levar água até a cota +15 sem bombeamento, ou seja, a linha piezométrica estará abaixo do nível em que a água deve chegar e, conseqüentemente, a água não chegará apenas por gravidade. Logo, alternativa **incorreta**.
- c) O recomendável para a maioria das bombas centrífugas é que a altura de sucção seja de até 5 m. Em casos especiais de bombas centrífugas normais, instaladas ao nível do mar e com fluido bombeado a temperatura ambiente, esta altura geralmente não pode exceder 8 mca. Assim, a alternativa trouxe um valor mínimo muito elevado (20 mca), fato pelo qual está **incorreta**.
- d) De acordo com a localização no sistema de abastecimento de água, os reservatórios podem ser:
 - de montante: situado no início da rede de distribuição – sendo sempre fornecedor de água para a rede;
 - de jusante: situado no extremo ou em pontos estratégicos do sistema, podendo, alternadamente, fornecer ou receber água da rede de distribuição.Logo, o reservatório elevado pode ser instalado à jusante da rede de distribuição. Alternativa **correta**.
- e) Uma das características das redes malhadas é que a circulação de água pode ocorrer em um ou noutro sentido, a depender da diferença de pressão entre pontos da rede e das solicitações de consumo de água. Logo, alternativa **incorreta**.

Gabarito: D

18. (Cebbraspe/2019/TJ-AM/Analista Judiciário)



dados de um projeto de reservação e distribuição de água de uma cidade	
pressão dinâmica mínima exigida para a rede	100 kPa (10 mca)
pressão estática máxima exigida para a rede	500 kPa (50 mca)
cota topográfica do nó mais desfavorável da rede, em termos de pressão dinâmica mínima	440 m
soma das perdas de carga dos trechos da rede, desde o reservatório até o nó mais desfavorável da rede	15 m
cota topográfica do nó da rede mais baixo	430 m

Com base nos dados apresentados na tabela antecedente, julgue o próximo item, relativos às cotas dos níveis mínimo e máximo de água do reservatório.

A cota mínima do nível de água do reservatório deverá ser igual a 465 m, para atender à pressão dinâmica mínima exigida na rede de distribuição.

Comentários

A pressão dinâmica é a pressão de um fluido ocasionada pela velocidade do escoamento. A menor cota que a água o reservatório pode atingir ($Cota_{mín}$), mantendo a pressão mínima exigida para a rede é dada por:

$$Cota_{mín} = P_{mín} + Cota_{desf} + \Delta H$$

Em que

$P_{mín}$ é a pressão dinâmica mínima;

$Cota_{desf}$ é a cota mais desfavorável em termos de pressão dinâmica mínima;

ΔH é a perda de carga até o nó mais desfavorável da rede.

Substituindo os dados do enunciado na equação acima:

$$Cota_{mín} = 10 + 440 + 15 = 465 \text{ mca}$$

Gabarito: Certo

19. (Cebraspe/2019/TJ-AM/Analista Judiciário)

dados de um projeto de reservação e distribuição de água de uma cidade	
pressão dinâmica mínima exigida para a rede	100 kPa (10 mca)
pressão estática máxima exigida para a rede	500 kPa (50 mca)
cota topográfica do nó mais desfavorável da rede, em termos de pressão dinâmica mínima	440 m
soma das perdas de carga dos trechos da rede, desde o reservatório até o nó mais desfavorável da rede	15 m
cota topográfica do nó da rede mais baixo	430 m

Com base nos dados apresentados na tabela antecedente, julgue o próximo item, relativos às cotas dos níveis mínimo e máximo de água do reservatório.



A cota máxima do nível de água do reservatório deverá ser igual a 495 m, para atender à pressão máxima estática exigida na rede de distribuição.

Comentários

A pressão estática, também chamada de piezométrica, é a que não depende do movimento. A cota máxima que o reservatório pode atingir ($Cota_{máx}$) é dada por:

$$Cota_{máx} = P_{máx} + Cota_{mín}$$

Em que

$P_{máx}$ é a pressão estática máxima;

$Cota_{mín}$ é a cota mais baixa da rede.

Como para pressão estática não há escoamento, então não há o que se falar em perda de carga.

Substituindo os dados do enunciado na equação acima:

$$Cota_{mín} = 50 + 430 = 480 \text{ mca}$$

Gabarito: Errado

20. (Cebraspe/2018/TCM-BA/Auditor Estadual de Infraestrutura) Em adutoras, os elementos acessórios colocados em pontos elevados das tubulações e responsáveis pela expulsão de ar durante o enchimento da linha ou do ar que normalmente se acumula nesses pontos são

- a) as válvulas de descarga.
- b) as ventosas.
- c) as válvulas redutoras de pressão.
- d) os registros de parada.
- e) as válvulas de retenção.

Comentários

As **ventosas** são aparelhos empregados para permitir a saída de ar nas tubulações. Geralmente são aplicadas nos pontos altos quando o terreno é muito acidentado. As ventosas também podem ser empregadas com o objetivo de evitar colapsos nas canalizações de aço ou outro material que possa se deformar por circunstância do esvaziamento rápido das canalizações, formando vácuo interno.

As válvulas de descarga são acionadas manualmente com o objetivo de fechar a passagem da água de acordo com o ajuste de uma mola. As válvulas redutoras de pressão são utilizadas para aliviar a pressão em pontos da rede e as válvulas de retenção permitem o fluxo de água em apenas um sentido. Os registros de parada são empregados para cessar o fluxo de água, permitindo a realização de manutenção na rede, por exemplo.

Assim, o único dispositivo empregado para permitir a saída de ar represado nas tubulações e instalado nos pontos altos do sistema são as ventosas.

Gabarito: B



QUESTIONÁRIO DE REVISÃO E APERFEIÇOAMENTO

A ideia do questionário é elevar o nível da sua compreensão no assunto e, ao mesmo tempo, proporcionar uma outra forma de revisão de pontos importantes do conteúdo, a partir de perguntas que exigem respostas subjetivas.

São questões um pouco mais desafiadoras, porque a redação de seu enunciado não ajuda na sua resolução, como ocorre nas clássicas questões objetivas.

O objetivo é que você realize uma autoexplicação mental de alguns pontos do conteúdo, para consolidar melhor o que aprendeu ;)

Além disso, as questões objetivas, em regra, abordam pontos isolados de um dado assunto. Assim, ao resolver várias questões objetivas, o candidato acaba memorizando pontos isolados do conteúdo, mas muitas vezes acaba não entendendo como esses pontos se conectam.

Assim, no questionário, buscaremos trazer também situações que ajudem você a conectar melhor os diversos pontos do conteúdo, na medida do possível.

É importante frisar que não estamos adentrando em um nível de profundidade maior que o exigido na sua prova, mas apenas permitindo que você compreenda melhor o assunto de modo a facilitar a resolução de questões objetivas típicas de concursos, ok?

Nosso compromisso é proporcionar a você uma revisão de alto nível!

Vamos ao nosso questionário:

Perguntas

- 1) O que é turbidez?
- 2) Como o pH da água afeta as tubulações e o consumo?
- 3) O que é dureza da água e quais são as suas consequências?
- 4) O que é Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)?
- 5) Quais são os tipos de água naturais para abastecimento público e os respectivos tratamentos mínimos?



- 6) Como é feita e qual é o principal objetivo da etapa de aeração no tratamento de água?
- 7) Qual é o objetivo da mistura rápida no processo de tratamento de água?
- 8) Qual é a diferença entre coagulação e floculação no tratamento de água?
- 9) Qual é o objetivo da decantação e qual são os tipos de decantadores?
- 10) Quais são as características dos filtros lentos aplicados na etapa de filtração?
- 11) Do que são compostas as camadas filtrantes simples e duplas nos filtros rápidos?
- 12) Quais são os teores mínimos de cloro residual após a desinfecção e em qualquer ponto da rede?
- 13) Em que trechos do sistema de abastecimento devem ser utilizados os coeficientes k_1 e k_2 relacionados ao consumo de água?
- 14) Qual é o principal cuidado a ser observado na captação de águas em rios em curva?
- 15) Quais são os requisitos que devem ser observados em relação às pressões estática máxima e dinâmicas mínimas em uma rede de abastecimento?
- 16) Quais são os principais tipos de redes de distribuição e suas características?

Perguntas com respostas

- 1) O que é turbidez?

A turbidez é a medida do grau de interferência (ou resistência) à passagem da luz através da água. Essa resistência decorre da presença de substâncias naturais (minerais) em suspensão e de sólidos finos suspensos em estado coloidal, algas e outros microrganismos. É uma característica mais presente em águas correntes, sendo geralmente mais baixa em águas dormentes.



2) Como o pH da água afeta as tubulações e o consumo?

O pH ácido (inferior a 7) pode contribuir para a corrosividade e agressividade da água, além de causar sabor desagradável. Já o pH básico, condições alcalinas, pode aumentar a possibilidade de incrustações.

3) O que é dureza da água e quais são as suas consequências?

A dureza é uma característica conferida à água devido a presença de sais alcalino-terrosos (cálcio e magnésio) e alguns metais, sendo expressa em mg/L de equivalente em carbonato de cálcio. A dureza pode ser causada pela dissolução de rochas calcárias ou despejos industriais. As águas duras causam a extinção da espuma formada pelo sabão, dificultando o banho e lavagem de utensílios e roupas, além de incrustar tubulações.

4) O que é Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)?

A DBO indica a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica por ação de bactérias aeróbias. Logo, representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica por essas bactérias.

5) Quais são os tipos de água naturais para abastecimento público e os respectivos tratamentos mínimos?

Segundo a norma ABNT NBR 12216:1992 (Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público), devem ser considerados os seguintes tipos de águas naturais para abastecimento público:

- **Tipo A:** águas subterrâneas ou superficiais, provenientes de bacias sanitárias protegidas, com características básicas definidas na tabela abaixo, e as demais satisfazendo aos padrões de potabilidade;
- **Tipo B:** águas subterrâneas ou superficiais, provenientes de bacias não protegidas, com características básicas definidas na tabela abaixo, e que possam enquadrar-se nos padrões de potabilidade, mediante processo de tratamento que não exija coagulação;
- **Tipo C:** águas superficiais provenientes de bacias não protegidas, com características básicas definidas na tabela abaixo, e que exijam coagulação para enquadrar-se nos padrões de potabilidade;
- **Tipo D:** águas superficiais provenientes de bacias não protegidas, sujeitas a fontes de poluição, com características básicas definidas na tabela abaixo, e que exijam processos especiais de tratamento para que possam enquadrar-se nos padrões de potabilidade.

Quanto ao tratamento mínimo para cada tipo de água, a NBR recomenda que:

- Tipo A: desinfecção e correção do pH;
- Tipo B: desinfecção e correção do pH, além de:



- Decantação simples para águas contendo sólidos sedimentáveis, quando, por meio desse processo, suas características se enquadrem nos padrões de potabilidade; ou
- Filtração, precedida ou não de decantação, para águas de turbidez natural, medida na entrada do filtro, sempre inferior a 40 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) e cor sempre inferior a 20 unidades, referidas aos Padrões de Platina;
- Tipo C: coagulação, seguida ou não de decantação, filtração em filtros rápidos, desinfecção e correção do pH;
- Tipo D: tratamento mínimo do tipo C e tratamento complementar apropriado a cada caso.

6) Como é feita e qual é o principal objetivo da etapa de aeração no tratamento de água?

A aeração consiste na inserção de uma fase gasosa, geralmente o ar, em contato com a água com o objetivo de transferir substâncias voláteis da água para a atmosfera e do oxigênio para a água. Usualmente o processo é empregado em águas que não estão em contato com o ar atmosférico, como as águas subterrâneas e as águas profundas.

Ela pode ser realizada por gravidade (cascata, tabuleiro/bandeja), por pulverização ou por ar difuso.

7) Qual é o objetivo da mistura rápida no processo de tratamento de água?

O principal objetivo da mistura rápida é colocar o coagulante em contato com a água em pontos de alta turbulência, de forma contínua, homogênea e rápida. A mistura é realizada com o fornecimento de energia às partículas de água, aumentando a agitação e o choque entre elas. Pode ser realizada por meio de energia hidráulica, com a utilização de calha *Parshall*, que funciona também como medidor de vazão e auxilia a dispersão de produtos químicos, ou por meio de energia mecânica (rotores) com a utilização de pás, hélices e turbinas que agitam a água.

8) Qual é a diferença entre coagulação e floculação no tratamento de água?

A coagulação ocorre na aplicação do produto químico coagulante, no início do tratamento da água e em velocidade alta. Devido ao choque entre as partículas, há agregação entre elas.

A floculação consiste na formação de flocos através da atração entre as partículas. Pode ser realizada com energia hidráulica ou mecânica. A principal diferença é que o gradiente de velocidade na etapa de floculação é bem menor do que na coagulação, sendo da ordem de 10 a 30 cm/s.

9) Qual é o objetivo da decantação e qual são os tipos de decantadores?

O objetivo da decantação é a deposição/sedimentação de partículas maiores, uma vez que estão mais pesadas devido a floculação.



Em função do fluxo de escoamento, os decantadores podem ser classificados em decantadores tubulações ou de alta taxa, que possuem maior eficiência, decantadores de escoamento vertical e decantadores de escoamento horizontal.

Quanto às condições de funcionamento, podem ser decantadores clássicos/convencionais, com contato entre os sólidos ou com escoamento laminar.

10) Quais são as características dos filtros lentos aplicados na etapa de filtração?

As principais características dos filtros lentos são as baixas taxas de filtração e o sentido vertical do fluxo de água através do meio granular. A NBR 12216 recomenda a instalação de pelo menos dois filtros operando em paralelo. Esses filtros são de operação simples, baixo custo e boa eficiência na remoção de microrganismos patogênicos e tubidez, por isso são muito utilizados em águas do tipo B. Como desvantagens, além da baixa taxa de filtração, ocupam grandes áreas, demandam um volume maior de obras e lavagem periódica.

11) Do que são compostas as camadas filtrantes simples e duplas nos filtros rápidos?

No caso de camada filtrante simples, ela deve ser constituída de areia. Caso o filtro seja de camada filtrante dupla, deve ser constituído de camadas sobrepostas de areia e antracito. Deve existir também uma camada suporte constituída por seixos rolados, distribuída em estratos com granulometria decrescente no sentido ascendente.

12) Quais são os teores mínimos de cloro residual após a desinfecção e em qualquer ponto da rede?

De acordo com a portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde: "[...]Após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5mg/l, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2mg/l em qualquer ponto da rede de distribuição, recomendando-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos. Parágrafo único. Admite-se a utilização de outro agente desinfetante ou outra condição de operação do processo de desinfecção, desde que fique demonstrado pelo responsável pelo sistema de tratamento uma eficiência de inativação microbiológica equivalente à obtida com a condição definida neste artigo".

13) Em que trechos do sistema de abastecimento devem ser utilizados os coeficientes k_1 e k_2 relacionados ao consumo de água?

O coeficiente do dia de maior consumo (k_1) é dado pela relação entre o maior consumo diário verificado e o consumo médio diário anual. Já o coeficiente da hora de maior consumo (k_2), é dado pela relação entre o maior consumo horário observado em um dia e a vazão média horária do mesmo dia.



No dimensionamento dos componentes do sistema de abastecimento de água, devem ser consideradas as condições de consumo máximo. As partes situadas a montante do reservatório de distribuição devem ser dimensionadas para atender a vazão média do dia de maior consumo do ano (k_1). Já as partes a jusante do reservatório de distribuição, ou rede de distribuição propriamente dita, deve ser dimensionada considerando a vazão da hora de maior consumo do dia de maior consumo ($k_1 \cdot k_2$).

14) Qual é o principal cuidado a ser observado na captação de águas em rios em curva?

As obras de captação de um rio deverão ser implantadas preferencialmente em trechos retilíneos. Caso o trecho seja em curva, deve ser instalada junto à curvatura externa (margem côncava), onde as velocidades da água são maiores, evitando bancos de areia que podem obstruir a entrada de água.

15) Quais são os requisitos que devem ser observados em relação às pressões estática máxima e dinâmicas mínimas em uma rede de abastecimento?

Os reservatórios devem ser previstos em localização adequada e com níveis que atendam às condições adequadas ao funcionamento, principalmente no tocante às pressões estáticas máximas e pressões dinâmicas mínimas.

Pressões estáticas estão relacionadas ao nível máximo do reservatório quando a rede não está funcionando. A pressão estática máxima admitida em uma rede é de 50 mca (ou 500 kPa).

Pressões dinâmicas são computadas a partir do nível mínimo do reservatório, descontadas as perdas de carga que ocorrem durante o movimento da água. A pressão dinâmica mínima em uma rede é de 10 mca (ou 100 kPa).

16) Quais são os principais tipos de redes de distribuição e suas características?

Quanto aos tipos de redes, as mais usuais são:

- **Tipo ramificada ou "espinha de peixe":** formada por um conduto principal, do qual partem os condutos secundários. Possui o inconveniente de ser alimentada por um único ponto, o que pode gerar o desabastecimento em caso de interrupção para manutenção ou correção de acidente.
- **Tipo grelha:** os circuitos principais são paralelos, não fechando circuito (anéis).
- **Tipo malhada (com anel):** os condutos principais formam circuitos fechados (anéis) em volta dos condutos secundários. Possibilitam a alimentação de um ponto por diversas vias, aumentando a flexibilidade no atendimento das demandas emergenciais para manutenção da rede. É o tipo de rede mais utilizada no Brasil.
- **Tipo mista:** associação entre os diversos tipos.



Pessoal, ficamos por aqui neste relatório. Qualquer dúvida é só chamar no fórum da área do aluno! Abraços e bons estudos!

Kauê Salvaterra



LISTA DE QUESTÕES ESTRATÉGICAS

1. (Cebbraspe/2020/MPE-CE/Analista Ministerial) Em relação a concepção de projetos de estação de tratamento de água para abastecimento público, julgue o seguinte item.

No projeto de uma estação de tratamento de água, são utilizados os seguintes dispositivos para dispersar produtos químicos na água a ser tratada: plano inclinado, bandejas perfuradas sobrepostas, cascatas e escadas.

2. (Cebbraspe/2020/MPE-CE/Analista Ministerial) Em relação a concepção de projetos de estação de tratamento de água para abastecimento público, julgue o seguinte item.

Em flocladores hidráulicos, a velocidade da água ao longo dos canais deve ser inferior a 0,1 m/s.

3. (Cebbraspe/2019/PGE-PE/Analista Administrativo) Julgue o item subsecutivo, relativo a processos de tratamento de água.

No processo de floculação, é recomendável que a agitação provocada no tanque seja gradualmente crescente, até que seja atingida uma velocidade igual à empregada na calha Parshall.

4. (Cebbraspe/2019/PGE-PE/Analista Administrativo) Julgue o item subsecutivo, relativo a processos de tratamento de água.

Em unidades de mistura rápida, é dispensável o uso de coagulantes e de equipamentos sofisticados para o seu controle, devendo o gradiente de velocidade ser estimado em função do tempo especificado para a agitação.

5. (Cebbraspe/2019/PGE-PE/Analista Administrativo) Julgue o item subsecutivo, relativo a processos de tratamento de água.

O uso de cloro no processo de desinfecção da água garante elevada eficiência na inativação de eventuais bactérias e vírus presentes na água.



6. (Cebraspe/2019/SLU-DF/Analista de Gestão de Resíduos Sólidos) Com referência a parâmetros de qualidade da água e a tratamento de esgoto, julgue o item.

A presença de sólidos finos em suspensão na água dificulta a incidência de luz e reduz consideravelmente a transparência da água, o que ocasiona a chamada turbidez.

7. (Cebraspe/2019/MPC TCE-PA/Analista Ministerial) Acerca de aspectos operacionais nas estações convencionais de tratamento de água, julgue os itens a seguir.

Na fase final do tratamento, o pH mais elevado da água torna a desinfecção por cloração mais eficiente.

8. (Cebraspe/2019/MPC TCE-PA/Analista Ministerial) Acerca de aspectos operacionais nas estações convencionais de tratamento de água, julgue os itens a seguir.

Nos filtros rápidos de fluxo descendente, com camada dupla, a areia é colocada sobre o antracito.

9. (Cebraspe/2018/ABIN/Oficial Técnico de Inteligência) Julgue o seguinte item, referente a sistemas, métodos e processos de abastecimento, tratamento, reserva e distribuição de águas.

A água natural submetida a tratamento com coagulação química apresenta parâmetros de qualidade muito próximos do padrão de potabilidade.

10. (Cebraspe/2016/FUB/Engenheiro Civil) Com relação a sistemas de abastecimento de água, julgue o item a seguir.

No planejamento e projeto de uma estação de tratamento de água (ETA), as cotas do terreno onde será localizada a ETA não precisam ser consideradas já que, se for necessário, bombeiam-se tanto a água bruta, na entrada, quanto a água tratada, na saída.



11. (Cebraspe/2020/MPE-CE/Analista Ministerial) Com relação ao escoamento em condutos sob pressão, julgue o item que se segue.

No pré-dimensionamento de canalizações para sistemas de abastecimento, deve-se levar em consideração a velocidade média de escoamento, calculada a partir do consumo previsto por parte da população atendida; além disso, deve-se garantir que a velocidade mínima esteja entre 0,5 m/s e 0,9 m/s, para evitar a deposição de sedimentos na parede do tubo.

12. (Cebraspe/2020/MPE-CE/Analista Ministerial) Em relação a concepção de projetos de estação de tratamento de água para abastecimento público, julgue o seguinte item.

A construção de uma estação de tratamento de água em terreno sujeito a enchentes é condicionada à implementação de um sistema de drenagem eficiente.

13. (Cebraspe/2020/MPE-CE/Analista Ministerial) Em relação a concepção de projetos de estação de tratamento de água para abastecimento público, julgue o seguinte item.

A água do tipo A pode apresentar um valor médio de DBO (5 dias) de até 2,0 mg/L, e seu tratamento mínimo se dá por meio de desinfecção e correção do pH.

14. (Cebraspe/2019/PGE-PE/Analista Administrativo) 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.

Durante a construção de poços rasos para captação de água subterrânea, a cobertura do poço deve ser posicionada, preferencialmente, na cota do terreno natural, para minimizar custos com movimentação de terra.

15. (Cebraspe/2019/PGE-PE/Analista Administrativo) 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.



É recomendável que a tubulação na saída de poço para captação de água subterrânea de lençol confinado seja dotada de válvulas que evitem o retorno da água e possibilitem a interrupção ou o controle do fluxo de água.

16. (Cebbraspe/2019/CGE-CE/Auditor de Controle Interno) Acerca de aspectos construtivos, de manutenção e de cuidados operacionais das redes de distribuição de água, julgue os itens a seguir.

I A pressão dinâmica mínima determinada pela ABNT para as redes de distribuição de água é de 200 kPa.

II A instalação de válvulas redutoras de pressão em pontos estratégicos da rede de distribuição contribui para o combate a perdas físicas de água.

III Os tubos plásticos de polietileno de alta densidade utilizados nas redes de distribuição de água têm as vantagens de longa vida útil e alta resistência a impactos.

IV Os registros de pressão são usados nas redes de distribuição de água para permitir manobras, satisfazer demandas e facilitar manutenções.

Estão certos apenas os itens.

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

17. (Cebbraspe/2019/TCE-RO/Auditor de Controle Externo) 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.

18. (Cebraspe/2019/TJ-AM/Analista Judiciário)

dados de um projeto de reservação e distribuição de água de uma cidade	
pressão dinâmica mínima exigida para a rede	100 kPa (10 mca)
pressão estática máxima exigida para a rede	500 kPa (50 mca)
cota topográfica do nó mais desfavorável da rede, em termos de pressão dinâmica mínima	440 m
soma das perdas de carga dos trechos da rede, desde o reservatório até o nó mais desfavorável da rede	15 m
cota topográfica do nó da rede mais baixo	430 m

Com base nos dados apresentados na tabela antecedente, julgue o próximo item, relativos às cotas dos níveis mínimo e máximo de água do reservatório.

A cota mínima do nível de água do reservatório deverá ser igual a 465 m, para atender à pressão dinâmica mínima exigida na rede de distribuição.

19. (Cebraspe/2019/TJ-AM/Analista Judiciário)

dados de um projeto de reservação e distribuição de água de uma cidade	
pressão dinâmica mínima exigida para a rede	100 kPa (10 mca)
pressão estática máxima exigida para a rede	500 kPa (50 mca)
cota topográfica do nó mais desfavorável da rede, em termos de pressão dinâmica mínima	440 m
soma das perdas de carga dos trechos da rede, desde o reservatório até o nó mais desfavorável da rede	15 m
cota topográfica do nó da rede mais baixo	430 m

Com base nos dados apresentados na tabela antecedente, julgue o próximo item, relativos às cotas dos níveis mínimo e máximo de água do reservatório.

A cota máxima do nível de água do reservatório deverá ser igual a 495 m, para atender à pressão máxima estática exigida na rede de distribuição.

20. (Cebraspe/2018/TCM-BA/Auditor Estadual de Infraestrutura) Em adutoras, os elementos acessórios colocados em pontos elevados das tubulações e responsáveis pela expulsão de ar durante o enchimento da linha ou do ar que normalmente se acumula nesses pontos são

a) as válvulas de descarga.



- b) as ventosas.
- c) as válvulas redutoras de pressão.
- d) os registros de parada.
- e) as válvulas de retenção.

Gabarito

GABARITO



- 1. ERRADA
- 2. ERRADA
- 3. ERRADA
- 4. ERRADA
- 5. CORRETA
- 6. CORRETA
- 7. ERRADA
- 8. ERRADA
- 9. ERRADA
- 10. ERRADA
- 11. ERRADA
- 12. ERRADA
- 13. ERRADA
- 14. ERRADA
- 15. CORRETA
- 16. Letra C
- 17. Letra D
- 18. CORRETA
- 19. ERRADA
- 20. Letra B



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12.216: Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12.217: Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12.218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 2017.

AZEVEDO NETO, J. M. **Técnicas de abastecimento e tratamento de água**. 3. Ed. São Paulo, 1987.

FLORENÇANO, J. C. S. **Saneamento Básico: sistemas de tratamento e distribuição de água**. Apostila, Universidade de Taubaté, 2011.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Roteiro para inspeção de sistema de abastecimento de água**. Brasília: Ministério da Saúde, 1999.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Inspeção Sanitária em Abastecimento de Água**. Brasília/DF: 2006.

Portaria do Ministério da Saúde nº 518:2004.



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.