

Aula 00

*Prefeitura de Verdejante-PE (Agente de
Vigilância Sanitária) Conhecimentos
Esp-2021(Pós-Edital)*

Autor:
André Rocha

20 de Abril de 2021

Sumário

Tratamento de água	4
2.1 - Parâmetros da água	4
2.1.1 - Parâmetros físicos.....	4
2.1.2 - Parâmetros químicos.....	5
2.1.3 - Parâmetros biológicos.....	6
2.2 - Etapas do tratamento da água	8
2.2.1 - Captação, bombeamento e adução.....	9
2.2.2 - Pré-oxidação e pré-cloração.....	9
2.2.3 - Coagulação	10
2.2.4 - Floculação	11
2.2.5 - Sedimentação	12
2.2.6 - Flotação.....	13
2.2.7- Filtração	13
2.2.8 - Desinfecção.....	15
2.2.9 - Fluoração.....	16
2.2.10 - Correção final do pH/pós-alcalinização	17
2.3 - Outros procedimentos.....	17
2.4 - Filtração lenta em múltiplas etapas (FiME)	19
Considerações Finais.....	22
Questões Comentadas.....	23



Tratamento de água.....	23
Lista de Questões	52
Tratamento de água.....	52
Gabarito	66
Resumo	69



CONSIDERAÇÕES SOBRE A AULA

Olá, Estrategista!

Na aula de hoje, estudaremos os principais conteúdos sobre tratamento de água, desde os parâmetros de interesse até as tecnologias de tratamento.

Dito isso, já podemos partir para o que interessa.

Forte abraço e uma ótima aula!

Vem comigo!

Prof. André Rocha



Instagram: @profandrerocha



E-mail: andrerochaprof@gmail.com



Telegram: t.me/meioambienteparaconcursos



Canal do **Youtube:** Eu Aprovado



TRATAMENTO DE ÁGUA

Desde a antiguidade, técnicas de tratamento de água são utilizadas para melhorar a qualidade da água utilizada pelas sociedades, em que pese a primitividade de tais procedimentos em épocas passadas.

Com o passar do tempo, ganhou notoriedade a percepção da relação entre a qualidade das águas consumidas e a saúde humana, sobretudo após o desenvolvimento de pesquisas em saúde pública com metodologias mais robustas ocorridas nos séculos XIX e XX.

Desse modo, com vistas a melhorar a qualidade da água a ser consumida, começaram a ser construídas **estações de tratamento de água** (ETAs), que podem ser entendidas como unidades de transformação de água **não potável** em água **potável**. Para que tal transformação seja possibilitada, diversos processos e operações são necessários, os quais serão aqui tratados em maiores detalhes.

Entretanto, antes de falarmos sobre as etapas do processo de tratamento de água, cabe fazermos uma breve revisão conceitual dos principais parâmetros e indicadores de qualidade da água, pois isso também é cobrado em prova.

2.1 - Parâmetros da água

2.1.1 - Parâmetros físicos

Os parâmetros físicos são aqueles que não estão relacionados a transformações químicas nas moléculas presentes na água nem relativos a organismos vivos. Os principais parâmetros físicos de interesse são:

- » **Temperatura**: mede a intensidade de **calor** da água, influenciando algumas propriedades, como **oxigênio dissolvido** e **densidade** (em regra, quanto maior a temperatura da água, menor a quantidade de oxigênio dissolvido e maior a densidade da água). Frise-se que a temperatura pode variar em razão de fontes naturais, como a luz solar, ou antrópicas, como o despejo de águas quentes provenientes de processos de resfriamento.
- » **Cor**: decorre de substâncias em solução presentes na água, podendo ser derivada de diversas fontes, como a presença de algas, ferro, matéria orgânica, entre outros elementos.
- » **Turbidez**: mensura a presença de material particulado em suspensão na água, tais como argila e substâncias orgânicas finamente divididas, representando o grau de interferência da passagem de **luz** através da água e, portanto, afetando os métodos de **clarificação**, por exemplo.
- » **Sabor e odor**: podem resultar de fontes **naturais**, como algas e microrganismos, ou **artificiais**, como esgotos. A água deve ser a mais insípida e inodora possível, embora certas condições que a tornem com certo sabor/odor não sejam prejudiciais à saúde humana.



- » **Sólidos:** sólidos em águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo após a processos de evaporação, secagem ou calcinação da água. Em função das frações de sólidos que restam após os diferentes tipos de processos de retirada da água, os sólidos podem ser divididos em diversos tipos, como os **sólidos totais**, **sólidos dissolvidos totais**, **sólidos fixos**, **sólidos voláteis**, **sólidos em suspensão** (ou suspensos), entre outros.
- » **Condutividade elétrica:** capacidade da água em conduzir corrente elétrica, estando relacionada com a presença de **íons dissolvidos** na água.

2.1.2 - Parâmetros químicos

- » **pH (potencial hidrogeniônico):** representa o equilíbrio entre íons H^+ e íons OH^- , sendo o valor de 7 considerado neutro. Se a água tiver pH acima de 7, considera-se que é alcalina, ao passo que pH abaixo de 7 representa uma água ácida.

Em termos de processos de tratamento de água, o pH influencia a eficiência do tratamento e a distribuição da água, uma vez que valores altos (água muito alcalina) provocam **incrustações** nas tubulações e valores baixos (água muito ácida) provocam **corrosões** nas mesmas.

Assim, para garantia da faixa adequada de pH, ele deve ser controlado na etapa **final** de tratamento, **antes** da distribuição da água, independentemente de já ter sido corrigido em etapa anterior ao tratamento.

Há dois parâmetros intrinsecamente relacionados com o pH que são a acidez e a alcalinidade. A **acidez** mede a capacidade da água em resistir às mudanças de pH causadas pelas bases, sendo principalmente devida à presença de gás carbônico livre (CO_2), que se dissolve na água formando ácido carbônico (H_2CO_3).

Já a **alcalinidade** mede a capacidade de neutralização de ácidos de uma solução, sendo devida principalmente à presença de **sais alcalinos**, como carbonatos e bicarbonatos de sódio e cálcio. Nos processos de tratamento de água, a alcalinidade é um importante fator de influência na coagulação e o controle de corrosão da estação de tratamento, conforme veremos ainda nesta aula.

- » **Dureza:** causada principalmente pela presença de íons alcalinos, como Ca^{2+} e Mg^{2+} , embora outros íons possam estar relacionados. No tocante aos processos de tratamento de água, uma alta dureza pode causar **incrustações** nas tubulações, também podendo ocasionar sabor e efeitos laxativos à água, requerendo, portanto, processos específicos de tratamento, denominados **abrandamento**.
- » **Oxigênio dissolvido (OD):** variável essencial para a respiração dos organismos **aeróbios**, sendo um importante regulador das condições de oxirredução da água. A falta de oxigênio suficiente, por exemplo, pode provocar a dissolução do ferro das tubulações ou poços, liberando **sais ferrosos**. Nesse caso, é interessante que os processos de tratamento convencionais sejam precedidos por uma etapa de **aeração** da água de modo a oxigená-la.
- » **Demanda bioquímica de oxigênio (DBO):** representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por ação de **bactérias aeróbias**. Em geral, a DBO é mensurada observando o oxigênio dissolvido durante 5 dias, à temperatura de $20\text{ }^\circ\text{C}$, o que se denomina **DBO_{5,20}**.

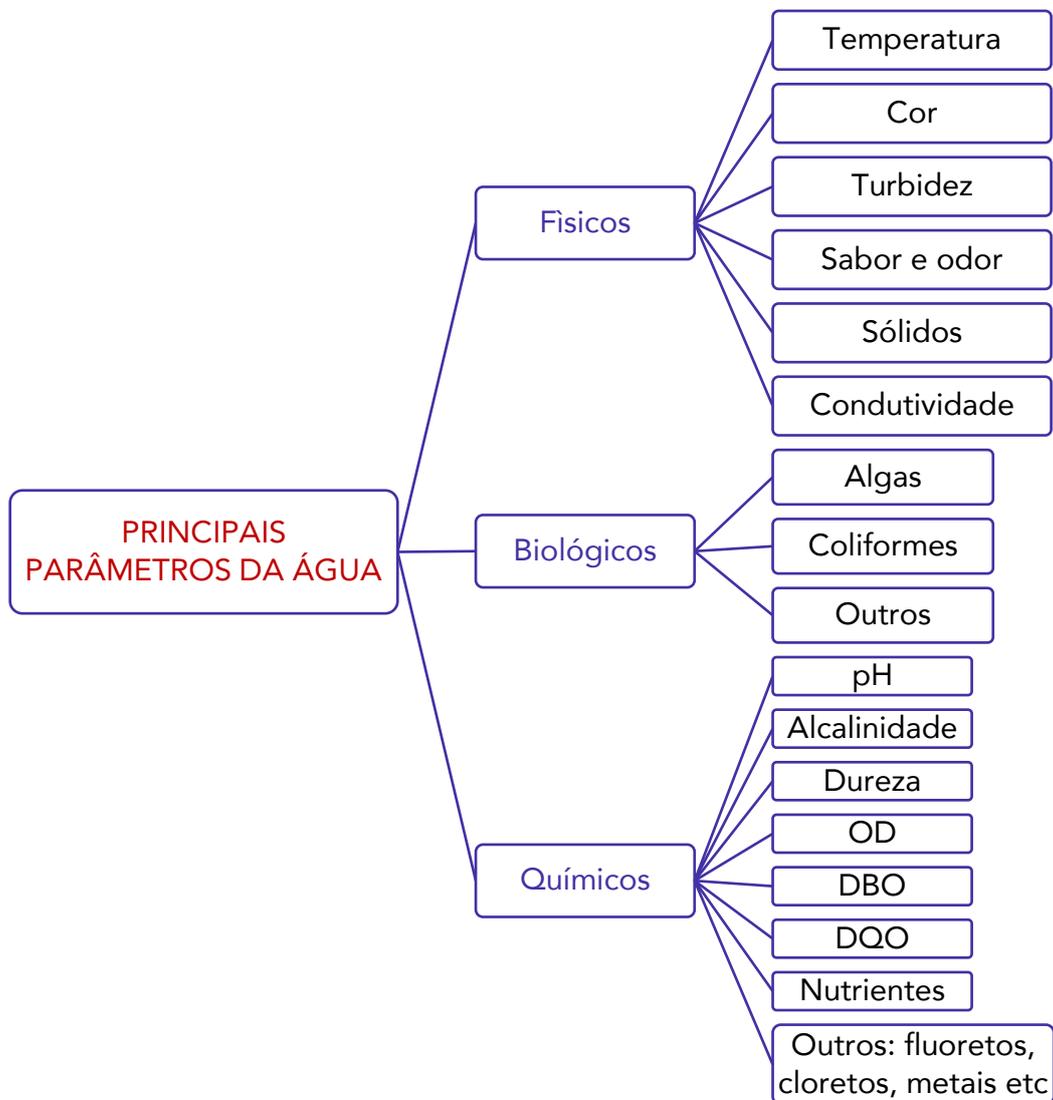


- » **Demanda química de oxigênio (DQO):** representa a quantidade de oxigênio necessária para a oxidar a matéria orgânica por meio de um **agente químico**.
- » **Nitrogênio:** pode estar presente na água sob várias formas, tais como nitrato, nitrito e amônia. Trata-se de um elemento essencial para o crescimento de algas, mas que pode acarretar o processo de **eutrofização**, se em excesso.
- » **Fósforo:** é encontrado na água principalmente sob a forma de **fosfato**, sendo também importante para o crescimento de algas e podendo induzir a **eutrofização**, se em excesso. As principais fontes do fósforo que chega à água em geral são as mesmas do nitrogênio, quais sejam a decomposição da matéria orgânica, o lançamento esgotos domésticos e industriais, os fertilizantes e os excrementos de animais. Particularmente em relação ao fósforo, ainda há a chegada de minerais presentes nas rochas e no solo às águas em razão de processos naturais de intemperismo e atividades antrópicas de uso e retirada de solo, como a mineração.
- » **Outros:** é importante frisar que os parâmetros químicos descritos são apenas os mais comuns de serem cobrados em prova, mas fixe que existem ainda diversos outros, como os fluoretos, os cloretos, elementos como ferro, manganês, componentes inorgânicos em geral (ex.: metais pesados - cromo, chumbo, mercúrio, prata etc.) e outros componentes orgânicos (ex.: agrotóxicos, detergentes e bifenilas policloradas).

2.1.3 - Parâmetros biológicos

- » **Coliformes:** são bons indicadores da presença de microrganismos patogênicos na água pelo fato de habitarem as fezes de animais de sangue quente, como os seres humanos, serem facilmente detectáveis e quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis, bem como possuírem maior tempo de sobrevivência na água do que as outras bactérias patogênicas. A principal bactéria coliforme indicadora de contaminação é a *Escherichia coli* (*E. coli*).
- » **Algas:** as algas são importantes produtoras de oxigênio, mas em grandes quantidades podem representar algum nível de eutrofização da água, o que pode acarretar sabor/odor, toxicidade, altos níveis de turbidez e cor, por exemplo.
- » **Outros:** qualquer outro parâmetro que seja uma medida de seres vivos presentes na água é um parâmetro biológico (ex.: cianobactérias, vírus, protozoários e microrganismos patogênicos em geral).





Vamos ver como os parâmetros da água normalmente são cobrados em provas!





(CS-UFG/DEMAE-GO - 2017) Nas estações de tratamento de água, vários parâmetros físicos, químicos e biológicos são utilizados para o controle operacional. Isto posto, a cor, a turbidez, o pH e os sólidos são, respectivamente, parâmetros

- a) químico, químico, químico e físico.
- b) físico, químico, químico e físico.
- c) físico, físico, químico e físico.
- d) físico, químico, físico e químico.

Comentários:

Acabamos de estudar os seguintes fatos:

A **cor** é um parâmetro **físico** que decorre de substâncias em solução presentes na água, podendo ser derivada de diversas fontes, como a presença de algas, ferro, matéria orgânica, entre outros.

A **turbidez** é um parâmetro **físico** que mensura a presença de material particulado em suspensão na água, tais como argila e substâncias orgânicas finamente divididas, afetando os métodos de clarificação, por exemplo.

O **pH** é um parâmetro **químico** que representa o equilíbrio entre íons H^+ e íons OH^- , sendo o valor de 7 considerado neutro. Se a água tiver pH acima de 7, considera-se que é alcalina, ao passo que pH abaixo de 7 representa uma água ácida.

Os **sólidos** são parâmetros **físicos** que representam as partículas que permanece como resíduo após a processos de evaporação, secagem ou calcinação da água.

Dessa maneira, a sequência correta é apresentada pela **alternativa C**, nosso gabarito.

2.2 - Etapas do tratamento da água

O processo de tratamento de água pode ser dividido em etapas, sendo que cada uma se destina a fins específicos, conforme veremos a seguir.

Inicialmente, serão apresentadas as etapas que se aplicam ao ciclo completo convencional do processo de tratamento de água. Contudo, a depender da qualidade da água do manancial de onde a água a ser tratada é captada, é possível a adoção de sistemas mais simplificados ou avançados para o tratamento dessa água.

Em outras palavras, quanto **melhor** a qualidade da água, isto é, quanto **menor** a classe do corpo de água captada, mais **simples** será o tratamento requerido para se atingir os padrões de potabilidade



adequados. Desse modo, ao final também serão apresentados alguns aspectos acerca de um processo mais simplificado denominado filtração em múltiplas etapas (FiME).

Antes, então, vejamos os aspectos relacionados ao processo convencional de tratamento da água ocorrido em uma estação de tratamento de água (ETA).

2.2.1 - Captação, bombeamento e adução

A primeira etapa de um processo de tratamento de água é a captação da água junto ao manancial, isto é, a fonte de água a ser tratada, que pode ser basicamente um rio, um lago, um reservatório ou o lençol freático (água subterrânea).

A água captada é então bombeada e aduzida (conduzida, transportada) à ETA, onde passa pelos processos de tratamento propriamente ditos.

Normalmente, junto à captação da água, ocorre a chamada **etapa preliminar** do tratamento, que constitui as operações de retirada de **material grosseiro** e **areia**.

Os sólidos grosseiros, como folhas e galhos, são geralmente retirados por meio de **gradeamento**, que retém o material de dimensões maiores do que o espaçamento entre as barras, podendo haver grades grosseiras, médias e finas. A retirada de tais materiais é importante para a **proteção** dos dispositivos de transporte dos efluentes, como bombas e tubulações, bem como das unidades de tratamento subsequentes.

Já a **desarenação** (remoção de areia) é normalmente realizada por **caixas de areia**, em que ocorre a sedimentação do material arenoso no fundo do compartimento. Essa etapa também possui o intuito de **proteger** os equipamentos e tubulações, evitando o poder **abrasivo** da areia, reduzindo a possibilidade de obstrução dos diversos dispositivos subsequentes, como tubulações, orifícios e sifões, além de facilitar o **transporte** da massa líquida a ser tratada.

Em virtude dessa ideia de proteção dos equipamentos, a etapa preliminar geralmente ocorre junto à **captação** de água do manancial, isto é, antes do bombeamento para a estação de tratamento de água (ETA). Entretanto, a norma NBR 12.216/92 prevê que o gradeamento seja utilizado na própria ETA quando circunstâncias especiais não permitirem a sua localização na captação (item 5.5).

2.2.2 - Pré-oxidação e pré-cloração

Assim que a água chega à estação de tratamento de água, é possível que ela passe por um processo de **pré-oxidação** pela adição de um agente oxidante. Isso visa a reduzir a cor e oxidar a matéria orgânica e metais, como **ferro** e **manganês**, de modo torná-los insolúveis e não prejudicarem as próximas etapas do tratamento. Ademais, a pré-oxidação de águas naturais de cor elevada reduz a dosagem de **coagulante** a ser utilizada na etapa de coagulação (etapa seguinte).

Normalmente, os compostos à base de cloro, como o **dióxido de cloro** (ClO_2), são os mais utilizados como agentes oxidantes. Todavia, em águas com altos teores de matéria orgânica, pode haver formação de subprodutos indesejáveis pelo uso de cloro, como os **trihalometanos** (THM). Por isso, outros agentes



oxidantes podem ser utilizados, como o **peróxido de hidrogênio** (H_2O_2), o **permanganato de potássio** ($KMnO_4$), o **ácido peracético** (mistura de peróxido de hidrogênio, ácido acético e água) e o **ozônio**.

2.2.3 - Coagulação

O primeiro processo relativo ao tratamento da água é a coagulação, que consiste na aplicação de produtos químicos coagulantes na água. Tais produtos têm a função de **desestabilizar** as **partículas coloidais** para que, juntamente com os precipitados e sólidos em suspensão, formem agregados de dimensões maiores (**flocos**), que são removidos nas etapas seguintes.

A etapa de coagulação é importante porque os coloides não sedimentam sob a ação da gravidade devido a sua **pequena dimensão** e à **carga negativa** da superfície das partículas, que se repulsam entre si e evitam a formação de agregados.

Nesse contexto, para se conseguir a agregação das partículas dispersas, é necessário promover a redução ou eliminação da barreira de energia que envolve as partículas, o que normalmente é conseguido pela adição de agentes químicos coagulantes, como os **sais de alumínio** ou de **ferro** (ex.: sulfato de alumínio - $Al_2(SO_4)_3$, cloreto férrico - $FeCl_3$, sulfato férrico - $Fe_2(SO_4)_3$ e sulfato ferroso - $FeSO_4$).



Há **4 mecanismos** mencionados na literatura como possíveis atuantes no processo de coagulação: a compressão da dupla camada, a adsorção-desestabilização, a varredura e a formação de pontes químicas.

Em um sistema coloidal, adota-se o chamado modelo da **dupla camada** (modelo de Gouy Chapman), que prevê que não pode haver desequilíbrio na carga elétrica global de uma dispersão coloidal. Então, as cargas elétricas negativas da superfície da partícula são contrabalanceadas no sistema aquoso pela formação de uma nuvem de íons formada majoritariamente por cátions (cargas elétricas positivas).

Essa nuvem forma uma camada mais rígida próxima à superfície do coloide, denominada **camada de Stern**, e uma camada mais externa denominada **camada difusa**. O aumento da força iônica promovido pelos coagulantes reduz a espessura da dupla camada, permitindo a subsequente aproximação das partículas.

O segundo mecanismo, conhecido como **adsorção-desestabilização**, adsorção-neutralização ou simplesmente neutralização de cargas, ocorre quando as espécies hidrolisadas de carga positiva formada pela adição de coagulante à água são adsorvidas na superfície das partículas coloidais, desestabilizando-as.



O mecanismo de adsorção-neutralização de cargas normalmente requer pequenas dosagens de coagulante, mas há risco de reestabilização dos coloides quando houver excesso de coagulante. Além disso, este mecanismo requer faixa estreita de pH de coagulação e é usualmente utilizado em ETA com **filtração direta**.

Outro mecanismo que pode ocorrer no processo de coagulação é a **varredura**, que é o mais recorrente nas estações de tratamento de água. Com a aplicação de dosagens consideravelmente maiores de coagulante, forma-se grande concentração de volumoso precipitado de **hidróxido de ferro** ou **alumínio** que promove a captura das partículas.

O último mecanismo que pode ocorrer na coagulação é a formação de **pontes químicas**, que normalmente ocorre pela adição de **polímeros** como auxiliares de coagulação, que são compostos orgânicos com moléculas de longas cadeias. Assim, quando as partículas coloidais são adsorvidas na superfície das cadeias dos polímeros, formam-se pontes químicas que desestabilizam as partículas coloidais.

Um importante fator de influência no processo de coagulação é a **alcalinidade** da água, uma vez que um meio ácido pode impedir a formação dos hidróxidos formados quando da adição dos sais de alumínio ou ferro, que são os responsáveis por aglutinar os flocos. Destarte, normalmente a adição dos coagulantes ocorre após ou juntamente com uma pré-alcalinização conseguida pela adição de agentes alcalinizantes, como o **carbonato de cálcio** - CaCO_3 -, o **bicarbonato de cálcio** - $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, o **carbonato de sódio** (Na_2CO_3) - ou o **óxido de cálcio** - CaO , também conhecido como **cal**.

Em uma ETA, a adição do coagulante é feita em unidades de **mistura rápida**, que objetivam dispersar a água o mais rápida e uniformemente possível. As unidades de mistura rápida mais comuns são as com agitador rápido tipo turbina e as com misturadores hidráulicos, como as Calhas Parshall e os vertedores retangulares.

2.2.4 - Flocculação

Após a adição do coagulante da unidade de mistura rápida de uma estação de tratamento de água, é preciso que a aproximação das partículas desestabilizadas seja induzida, o que é feito pelas unidades de flocculação, por meio de **agitação lenta** da água.

Assim, as partículas que dificilmente seriam retiradas em razão de suas ínfimas dimensões agregam-se em flocos com tamanho suficiente para serem removidos por sedimentação ou flotação, as próximas etapas do processo.

Note, portanto, uma grande diferença entre as etapas de coagulação e flocculação: a velocidade de agitação da água. Essa lenta agitação é promovida por meio de unidades mecânicas, como turbinas, ou hidráulicas, em que a água passa por canais formados por anteparos (chicanas) sequenciais.





(FCC/SABESP - 2018) Considere a imagem abaixo.



Em uma estação convencional de tratamento de água, a imagem representa a unidade de

- a) coagulação.
- b) floculação.
- c) filtração.
- d) sedimentação.
- e) desinfecção.

Comentários:

Esta questão foi trazida justamente para que você observasse o aspecto físico das chamadas chicanas, que são anteparos sequenciais pelos quais a água passa lentamente no processo de floculação.

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

2.2.5 - Sedimentação

Para que os flocos formados possam sedimentar/decantar, as unidades de sedimentação ou decantadores propiciam a **estabilização** do escoamento da água, haja vista que uma agitação maior da água pode desestabilizar os flocos ou simplesmente impedir a sua sedimentação.

Além disso, a velocidade de sedimentação dos flocos é diretamente proporcional ao quadrado do valor do diâmetro médio dos mesmos, o que evidencia ainda mais a importância de evitar a sua desagregação.



As unidades de decantação empregadas em ETAs normalmente são de dois tipos: unidades de decantação convencional com **escoamento horizontal**, constituídas de tanques maiores com profundidade na faixa entre 3 e 5 metros; e unidades de sedimentação de alta taxa com **escoamento laminar**, que possuem menores dimensões em razão de terem placas paralelas ou elementos tubulares inclinados para possibilitar o escoamento laminar, o que diminui a distância que os flocos devem percorrer até serem removidos.

Uma vez sedimentados, os agregados se acumulam no fundo das unidades e são descartados na forma de **lodo**.

2.2.6 - Flotação

Possui o mesmo intuito da sedimentação no sentido de **clarificar** a água por meio da retirada dos sólidos formados. Todavia, ao contrário da sedimentação, a flotação promove o movimento **ascendente** dos flocos, não descendente.

Isso é possível em vista da formação de uma **emulsão ar/água** que, promove uma grande concentração de microbolhas de ar que se aderem aos agregados e possibilitam sua subida até a superfície (pelo empuxo), onde são separados da água e removidos.

O sistema de flotação pode ser recomendado, por exemplo, para águas com grande presença de **algas** e **substâncias húmicas**, com cor elevada, diante da baixa eficiência que o sistema convencional de sedimentação pode representar nesses casos.

Destaque-se que a faixa de tamanho de flocos requeridos para o bom desempenho da flotação é bastante **menor** do que a exigida pelos processos de sedimentação, mas é importante que o tratamento químico anterior à flotação (adição do coagulante) seja muito bem regulado.

Por fim, saiba que a retirada do lodo superficial pode ser efetuada por meio de raspadores mecânicos de superfície ou pelo método de inundação, que representa a subida do nível de água no interior do flotador.

2.2.7- Filtração

Nesta etapa, remove-se a maior parte do material particulado que não pôde ser retirado nas etapas anteriores. A filtração consiste na passagem da água através do **leito granular** de unidades de filtração, as quais podem, de modo amplo, ser realizadas por ação superficial, como nos **filtros lentos**, ou por ação de profundidade, como nos **filtros rápidos**.

Nos filtros lentos, a remoção das impurezas é significativa no **topo** do meio filtrante. As principais **vantagens** desse tipo de filtração são a facilidade operacional e de controle e a eficiência em termos de remoção de microrganismos. As principais **desvantagens** são a baixa velocidade de filtração, a ocupação de maiores áreas e o fato de não serem viáveis para água com valores altos de certos parâmetros, como a turbidez.

Já nos filtros rápidos, normalmente utilizados nas estações de tratamento de água, as impurezas são retidas ao longo do meio filtrante, ocorrendo progressiva **colmatação** (saturação) das camadas. Após certo



tempo, esse processo alcança um nível em que não mais ocorre a filtração, isto é, o efluente gerado possui características idênticas ao afluente, o que se denomina **trespasse**.

Os filtros rápidos possuem a **vantagem** de serem mais compactos e apresentarem ação de retenção de impurezas ao longo de quase toda a profundidade do leito, ao contrário dos filtros lentos, em que prepondera a ação superficial.

Conforme mencionado há pouco, a depender da qualidade da água captada do manancial, é possível que sistemas mais simplificados para o tratamento sejam adotados. Em relação à filtração, uma possibilidade é ocorrer a **filtração direta** da água pré-coagulada, dispensando-se as etapas de floculação e/ou de clarificação por sedimentação/flotação, descritas anteriormente. Por vezes, uma pré-floculação é necessária, dispensando apenas a etapa de sedimentação/flotação.

No caso de filtração direta, os filtros podem ser classificados em função do sentido do fluxo da água, isto é, em **ascendentes** (filtração direta ascendente - FDA) ou **descendentes** (filtração direta descendente - FDD). A FDA é normalmente aplicada para água bruta de baixa turbidez.

Há, ainda, a possibilidade de haver associação de filtros ascendentes e descendentes, o que se denomina **dupla filtração**. Neste caso, os filtros ascendentes funcionam como unidades prévias de clarificação e os descendentes como unidades de polimento final.

A escolha do meio filtrante pode depender de diversos fatores, como a qualidade da água bruta, a taxa de filtração adotada, a carga hidráulica disponível, as tecnologias de tratamento da água selecionadas, entre outros. Em geral, os meios filtrantes mais utilizados são **areia**, **antracito** (carvão mineral), **cascalho** e **pedregulho**. O projeto do filtro deve prever as características desse meio filtrante, sendo necessária a realização de ensaios de distribuição granulométrica.

É importante ressaltar que os filtros utilizados no processo de filtração devem ser periodicamente **lavados**, uma vez que vão saturando ao longo do tempo. Essa lavagem pode utilizar somente água ou água e ar em conjunto e pode ser realizada pelo bombeamento direto do tanque de água já filtrada ou do reservatório da ETA.

Em geral, a **recirculação** da água de lavagem dos filtros **sem tratamento** prévio **não** é recomendada em estações de tratamento de água porque pode gerar presença acumulativa de microrganismos indesejáveis, pesticidas, metais pesados, e outras substâncias. Assim, em função das características da água de lavagem dos filtros, a desinfecção e a oxidação podem ser necessárias antes de sua recirculação na estação.





(CS-UFG/DEMAE-GO - 2017) As estações de tratamento de água podem assumir várias configurações, ou seja, processos unitários podem ser incluídos, excluídos ou combinados em função da qualidade da água bruta. Desta forma, uma estação que emprega a tecnologia de filtração direta deixa de verificar a etapa da

- a) coagulação.
- b) floculação.
- c) desinfecção.
- d) sedimentação.

Comentários:

Conforme mencionado há pouco, a depender da qualidade da água captada do manancial, é possível que sistemas mais simplificados para o tratamento sejam adotados. Em relação à filtração, uma possibilidade é ocorrer a **filtração direta** da água pré-coagulada, dispensando-se as etapas de floculação e/ou de clarificação por sedimentação/flotação.

Por vezes, uma pré-floculação é necessária, dispensando apenas a etapa de sedimentação/flotação. É o caso descrito pela questão, uma vez que colocou tanto floculação quanto sedimentação como alternativas.

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

2.2.8 - Desinfecção

Finalizando as etapas do tratamento da água, algumas medidas devem ser tomadas antes da distribuição da água, como a desinfecção, a correção final do pH e a fluoração.

Começamos pela **desinfecção**, que visa à remoção de **microrganismos patogênicos** não removidos nas etapas anteriores. Note que o intuito da desinfecção é a remoção dos microrganismos que possam causar doenças e afetar a saúde humana, não a remoção de todos os microrganismos, o que caracterizaria um processo de **esterilização**.

A desinfecção pode ser realizada de diversas maneiras. A mais comum delas no Brasil é a desinfecção química que utiliza **cloro**, podendo este se encontrar na forma de **cloro gasoso** - Cl_2 -, **hipoclorito de cálcio** - $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ -, **hipoclorito de sódio** - NaClO - ou **dióxido de cloro** - ClO_2 .

A grande preferência pelo cloro no Brasil ocorre pelo fato de ser um desinfetante **eficaz** e de **baixo custo** operacional. Nesse contexto, é interessante mencionar que é recomendável que a desinfecção seja feita em pH não superior a 7, porque em valores superiores o ácido hipocloroso formado dissocia-se em íon hipoclorito, que possui menor poder desinfetante.



A despeito da preferência pelo cloro no Brasil, a desinfecção química também pode utilizar outras substâncias, como o **ozônio** e o **iodo**. Ademais, além da desinfecção química, é possível haver a desinfecção por processos físicos, que pode utilizar o **calor**, a **luz solar** ou a **radiação ultravioleta** como agentes desinfetantes.

É importante destacar que, diante das inúmeras possibilidades de organismos patogênicos, torna-se inviável econômica e operacionalmente detectar todos eles. Destarte, utilizam-se microrganismos **indicadores** da contaminação patogênica, como a *Escherichia coli*, um tipo de bactéria coliforme, isto é, que habita o intestino de animais mamíferos.

Por fim, cumpre destacar que, normalmente, os desinfetantes utilizados no tratamento da água também atuam como oxidantes, podendo remover gosto, odor, além de poluentes como ferro, manganês, arsênio e cianetos.



(CS-UFG/DEMAE-GO - 2017) O cloro é um agente empregado na desinfecção da água para abastecimento. Quando aplicado à água, o cloro é dissociado em ácido hipocloroso e íon hipoclorito, sendo o ácido hipocloroso mais ativo na desinfecção. Desta forma, a maior concentração de ácido hipocloroso ocorrerá quando pH da água for

- a) menor do que 7,0.
- b) igual a 7,5.
- c) igual a 8,5.
- d) maior do que 9,0.

Comentários:

Acabamos de ver que é recomendável que a desinfecção seja feita em meio ácido (pH não superior a 7), porque em meio básico (valores superiores a 7) o ácido hipocloroso formado dissocia-se em íon hipoclorito, que possui menor poder desinfetante.

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

2.2.9 - Fluoração

A fluoração consiste na adição de **flúor** à água, com o objetivo de reduzir a incidência de **cáries** dentárias na população. Frise-se que o termo **fluoretação**, embora amplamente utilizado, não possui correspondência no Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa (VOLP).

A fluoração consiste em uma tecnologia de saúde pública recomendada pela Organização Mundial da Saúde e pelas principais entidades odontológicas e de saúde pública do Brasil e do mundo.



Em geral, os compostos utilizados nas estações de tratamento de água para fluoração são o **ácido fluorsilícico** ou **hexafluorosilícico** (H_2SiF_6) o **fluorsilicato de sódio** (Na_2SiF_6) o **fluoreto de sódio** (NaF) e o **fluoreto de cálcio** (CaF_2).

2.2.10 - Correção final do pH/pós-alcalinização

Baixos valores de pH (água mais ácida) podem provocar a **corrosão** das tubulações, conexões e demais dispositivos do sistema de distribuição da água, ao passo que valores altos de pH (água mais alcalina) podem ocasionar **incrustações** nas tubulações e demais acessórios.

Dessa maneira, evidencia-se a importância da correção do pH antes da distribuição da água tratada, o que normalmente é conseguido por meio da adição de **cal virgem** (óxido de cálcio - CaO). Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 (Portaria de Consolidação nº 5/17, art. 39, § 1º).

2.3 - Outros procedimentos

Além das principais etapas já descritas acima, algumas outras técnicas podem ser empregadas para a remoção de poluentes específicos ou para melhorar a eficácia do processo de tratamento em vista de um padrão mais rigoroso.

Vejamos os aspectos principais de alguns desses procedimentos:

- » **Aeração**: por vezes, é interessante que a água passe por um processo de aumento de gases atmosféricos, como **oxigênio** e **nitrogênio**, para que outras substâncias sejam removidas, como o gás carbônico, o gás sulfídrico, metano, compostos orgânicos voláteis (COV), bem como para oxidar outros compostos indesejáveis, como **ferro** e **manganês**.

Esse procedimento é muito utilizado, por exemplo, para tratamento das **águas subterrâneas**, que geralmente possuem altas concentrações de minerais, como ferro e manganês. Por falar em águas subterrâneas, em que pese essa particularidade da presença de minerais, normalmente elas possuem uma alta qualidade intrínseca, requerendo apenas processos de **desinfecção** e dispensando as etapas anteriores.

- » **Adsorção**: processo que permite a remoção de diversos compostos que podem conferir características como **odor**, **gosto** e **toxicidade** à água, como os agrotóxicos, cianotoxinas e outros compostos orgânicos. O adsorvente mais utilizado no tratamento de águas é o **carvão ativado**, que pode ser utilizado em pó ou granulado.
- » **Troca iônica**: técnica normalmente utilizada para a **desmineralização** da água, isto é, a retirada de íons. Permite, por extensão, o **abrandamento** da água, isto é, a diminuição da dureza, bem como de nitratos, arsênio e íons das indústrias farmacêuticas e nucleares, por exemplo.
- » **Membranas**: consiste na passagem da água por uma membrana sintética com o objetivo de remover partículas sólidas de pequeno tamanho, bactérias, vírus, moléculas de substâncias orgânicas ou

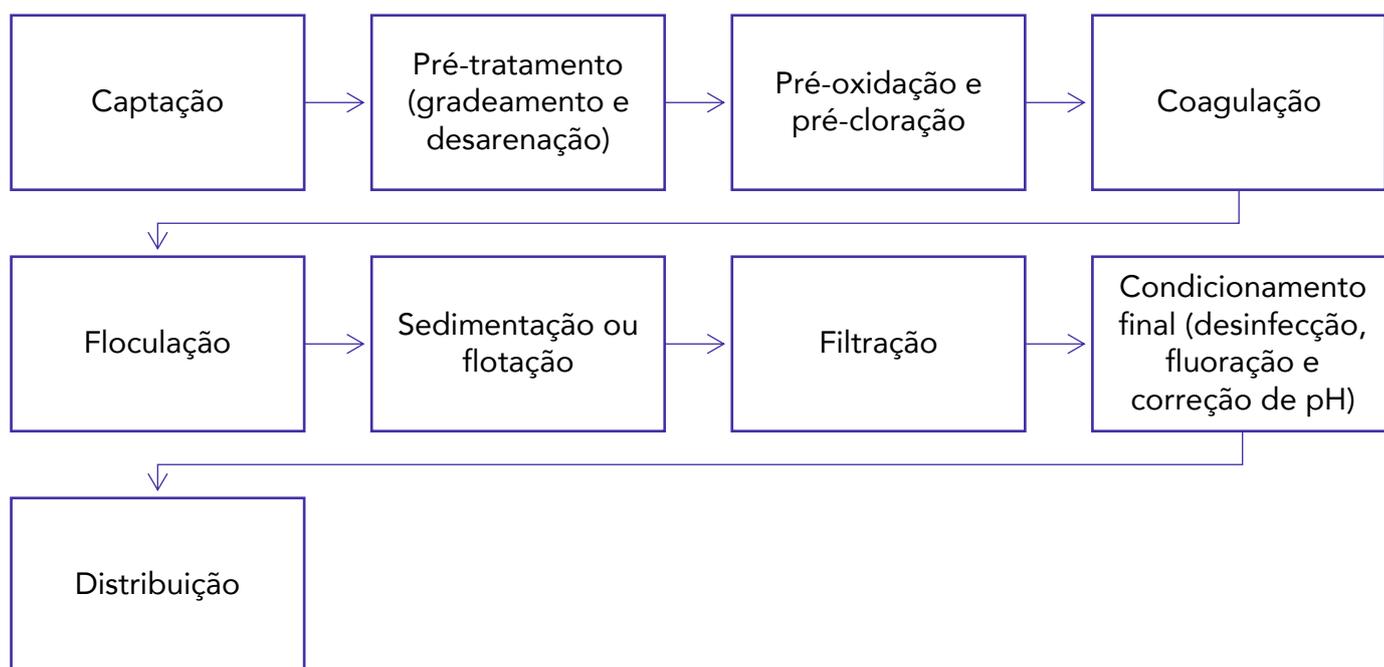


inorgânicas, entre outros elementos. O processo de filtração por membranas pode ser de vários tipos, como a **microfiltração**, a **ultrafiltração**, a **nanofiltração**, a **osmose reversa** e a **eletrodialise**.

Finalizando as etapas do tratamento de água, fique com este resumo básico da sequência de processos de um tratamento convencional. Frise-se que as etapas finais do processo completo (desinfecção, fluoração e pós-alcalinização) podem ser realizadas em ordem diversa da que aqui foi apresentada.

Infelizmente, as bancas muitas vezes não consideram que pode haver essa flexibilidade na prática e cobram como se houvesse apenas uma única ordem possível. Então, fixe essa sequência, mas esteja aberto a outras possibilidades nas etapas finais do tratamento.

Na sequência, fique com uma questão para fixar o entendimento.





DESPENCA NA
PROVA!

(CS-UFG/DEMAE-GO - 2017) Uma estação de tratamento de água de ciclo completo apresenta as seguintes etapas sequenciais:

- a) floculação, sedimentação, coagulação, filtração e desinfecção.
- b) coagulação, filtração, floculação, sedimentação e desinfecção.
- c) coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção.
- d) desinfecção, floculação, sedimentação, coagulação e filtração.

Comentários:

As etapas mencionadas por cada alternativa são as mesmas, mudando apenas a ordem sequencial.

Conforme estudamos, a sequência correta de uma estação convencional com ciclo completo, isto é, com sedimentação/flotação é: coagulação, floculação, sedimentação/flotação, filtração e condicionamento final (desinfecção, correção de pH e fluoretação).

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

2.4 - Filtração lenta em múltiplas etapas (FiME)

Conforme mencionado alhures, técnicas mais simplificadas de tratamento de água podem ser aplicadas a depender do contexto e da prévia qualidade da água.

Em comunidades isoladas que não recebem a distribuição de água tratada por ETAs convencionais, com baixas vazões de demanda, uma das técnicas mais utilizadas é a **filtração lenta em múltiplas etapas** (FiME).

A tecnologia de FiME é constituída por **pré-filtros** e **filtros lentos**, pelos quais a água passa sem que sejam utilizados coagulantes para remoção de impurezas como nas ETAs tradicionais. Há várias combinações possíveis entre os pré-filtros e os filtros lentos, sendo que a seleção do tipo de FiME depende, entre outros fatores, das características gerais da água bruta.

Os pré-filtros basicamente podem ser divididos em dinâmicos e ascendentes. Os **pré-filtros dinâmicos** (PFD) têm a função de remover parte das impurezas presentes na água bruta, sendo que o meio filtrante é constituído por camadas de pedregulho com os maiores grãos no fundo e os menores no topo da unidade.



Já os **pré-filtros ascendentes** (PFA) são mais eficientes na remoção das impurezas contidas na água e seu objetivo principal é condicionar o efluente que é encaminhado aos filtros lentos. Os PFA podem ser projetados utilizando várias camadas de pedregulho em uma mesma unidade ou podem ser idealizados empregando várias unidades em série com um único tamanho de pedregulho em cada uma delas.

Os **filtros lentos** são a última etapa da tecnologia FiME, responsáveis por gerar água conforme o padrão de potabilidade. Os FL são constituídos, basicamente, de meio filtrante de areia muito fina, camada suporte em pedregulho e sistema de drenagem. Após a filtração lenta, contudo, também pode haver uma etapa de desinfecção.

É importante mencionar que a eficiência dos filtros lentos depende da formação de uma camada biológica no topo da unidade de areia, denominada **schmutzdecke**, termo derivado do alemão que significa "película de sujeira" (LIBÂNIO, 2010)¹. Essa película forma um filme biológico em torno dos grãos de areia que purifica a água diante da competição pelo substrato disponível por uma grande quantidade de microrganismos.

O tempo para a formação dessa camada de filme biológico é o período de amadurecimento do filtro, sendo que, no início da carreira de filtração dos filtros lentos, quando o meio filtrante está limpo, ocorre pequena remoção de impurezas porque o *schmutzdecke* ainda não está formado.

Quando comparada com uma ETA convencional para uma mesma vazão, a FiME ocupa **maior área** em planta e tem **elevado investimento inicial** em razão das baixas taxas de filtração adotadas. Desse modo, o uso de **mantas sintéticas** em conjunto com areia fina possibilita a adoção de taxas de filtração mais elevadas que as convencionalmente utilizadas.

Outro fator que pode auxiliar é o emprego de **carvão ativado** granular em conjunto com areia fina, o que favorece a remoção de matéria orgânica dissolvida se comparada com a filtração lenta com meio filtrante exclusivamente de areia.

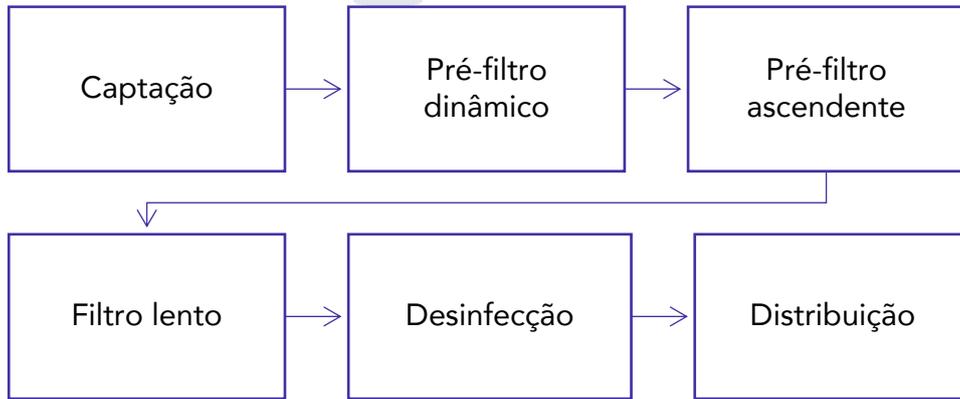
Veja o esquema básico de uma filtração em múltiplas etapas.

¹ LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP: Editora Átomo, 3ª edição, 2010.





RESUMINDO



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pessoal, com isso terminamos a parte teórica da aula.

Para que você possa consolidar o entendimento dos assuntos abordados na aula, deixo a seguir uma lista de questões.

Qualquer dúvida, não hesite em me contatar; ficarei feliz em poder ajudar se assim for possível.

Um abraço e até a próxima!

Prof. André Rocha



Instagram: @profandrerocha



E-mail: andrerochaprof@gmail.com



Telegram: t.me/meioambienteparaconcursos



Canal do **Youtube:** Eu Aprovado



QUESTÕES COMENTADAS



Tratamento de água

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

Na filtração em múltiplas etapas, o uso de mantas sintéticas em conjunto com areia fina é desaconselhado porque impede taxas de filtração maiores que as comumente utilizadas. Em lugar da manta sintética, recomenda-se o carvão ativo granular, que, quando associado à areia fina, favorece a remoção de matéria orgânica dissolvida.

Comentários

A questão está **errada**. Lembre-se que, quando comparada com uma ETA convencional para uma mesma vazão, a filtração em múltiplas etapas (FiME) ocupa maior área em planta e tem elevado investimento inicial em razão das baixas taxas de filtração adotadas.

Desse modo, o uso de mantas sintéticas em conjunto com areia fina possibilita a adoção de taxas de filtração mais elevadas que as convencionalmente utilizadas. Outro fator que pode auxiliar é o emprego de carvão ativado granular em conjunto com areia fina, o que favorece a remoção de matéria orgânica dissolvida se comparada com a filtração lenta com meio filtrante exclusivamente de areia.

2. (FGV/COMPESA - 2018) A desinfecção é o processo usado para destruir ou inativar organismos patogênicos, como vírus, fungos, bactérias e protozoários. Para esta etapa do tratamento de água, é possível o uso de calor, radiação ultravioleta ou tratamento químico. Um exemplo de tratamento químico é a cloração da água.

Assinale a opção que indica um agente de desinfecção por cloração.

- a) NaCl
- b) NaClO
- c) NaClO₂
- d) NaClO₃
- e) NaClO₄

Comentários



A desinfecção pode ser realizada de diversas maneiras. A mais comum delas no Brasil é a desinfecção química que utiliza cloro, podendo este estar na forma de cloro gasoso (Cl_2), hipoclorito de sódio, hipoclorito de sódio (NaClO) ou dióxido de cloro (ClO_2).

Observe que a questão basicamente exigia que se soubesse a fórmula molecular do hipoclorito de sódio (NaClO). Então, a **alternativa B** está **correta** e é o nosso gabarito.

3. (FGV/COMPESA - 2018) No processo de tratamento de águas, o uso de coagulantes é importante para garantir a remoção de espécies que causam cor e turbidez.

Assinale a opção que lista os agentes de coagulação comumente usados no tratamento de águas.

- a) Sulfato de alumínio, sulfato férrico e cloreto férrico.
- b) Sulfato de alumínio, hidróxido de alumínio e acetato de polivinila.
- c) Acetato de polivinila, cloreto de potássio e cloreto férrico.
- d) Cloreto de polivinila, sulfato férrico e hidroxicloreto de alumínio.
- e) Hidroxicloreto de alumínio, cloreto de potássio e policloreto de vinila.

Comentários

A etapa de coagulação é importante porque os coloides não sedimentam sob a ação da gravidade devido a sua pequena dimensão e à carga negativa da superfície das partículas, que se repulsam entre si e evitam a formação de agregados.

Nesse contexto, para se conseguir a agregação das partículas dispersas, é necessário promover a redução ou eliminação da barreira de energia que envolve as partículas, o que é conseguido pela adição de agentes químicos coagulantes, como os sais de alumínio ou de ferro (ex.: sulfato de alumínio, cloreto férrico, sulfato férrico, sulfato ferroso).

Assim, a **alternativa A** está **correta** e é o nosso gabarito, por mencionar corretamente alguns dos coagulantes mais utilizados. As demais alternativas estão erradas por mencionar substância que não se prestam à coagulação, como o cloreto de polivinila (PVC) e o acetato de polivinila (PVA).

4. (FGV/COMPESA - 2018) A aeração é um processo de transferência de gás usado no tratamento de água. Com a aeração, o oxigênio é dissolvido na água, o que leva à diminuição da concentração de espécies químicas, como

- a) os compostos orgânicos semivoláteis, o ferro dissolvido e H_2SO_4 .
- b) as bifenilas policloradas, CO_2 e CH_4 .
- c) o tolueno, o ferro dissolvido e o manganês dissolvido.
- d) os óleos e graxas, H_2S e os detergentes.
- e) o magnésio, o cálcio e os fosfatos.

Comentários



Por vezes, é interessante que a água passe por um processo de aumento de gases atmosféricos, como oxigênio e nitrogênio, para que outras substâncias sejam removidas, como o gás carbônico, o gás sulfídrico, compostos orgânicos voláteis (COV), bem como para oxidar outros compostos indesejáveis, como ferro e manganês.

A **alternativa A** está errada, porque o aumento de O_2 promovido pela aeração não visa a diminuição de ácido sulfúrico H_2SO_4 .

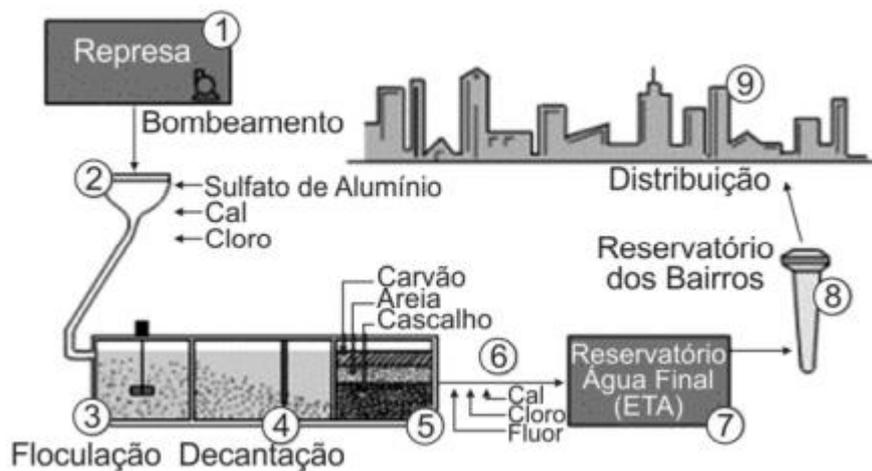
A **alternativa B** está errada, uma vez que as bifenilas policloradas (PCBs) são moléculas que sofrem pouca volatilização e não são facilmente removidas por processos aeradores.

A **alternativa C** está correta e é o nosso gabarito, pois mencionou apenas compostos alvo dos processos de aeração. Lembrando que o tolueno é um tipo de composto orgânico volátil (COV).

A **alternativa D** está errada, pois os detergentes também não são facilmente removidos por aeração.

A **alternativa E** está errada, uma vez que a maior concentração de O_2 também não basta para retirar os elementos citados.

5. (FCC/SABESP-SP - 2018) Considere a imagem abaixo.



A fase de tratamento de água representada pelo número 5 é conhecida como:

- a) aeração.
- b) coagulação.
- c) filtração.
- d) transmissão.
- e) recalque.

Comentários



Vejam os quais são as etapas que correspondem a cada um dos números da figura.

A etapa 1 corresponde à captação da água do reservatório para a estação de tratamento. Desse modo, procede-se desde a captação com o tratamento preliminar para remoção de sólidos grosseiros e areia, de modo a proteger os equipamentos de bombeamento.

A etapa 2 corresponde à etapa de coagulação, responsável por facilitar a agregação dos sólidos que serão retirados nas etapas seguintes.

A etapa 3 é a floculação, como a própria imagem indica.

A etapa 4 é decantação, como a própria imagem indica.

A etapa 5 é a filtração, a qual remove a maior parte do material particulado que não pôde ser retirado na etapa anterior. A escolha do meio filtrante pode depender de diversos fatores, como a qualidade da água bruta, a taxa de filtração adotada, a carga hidráulica disponível, as tecnologias de tratamento da água selecionadas, entre outros. Em geral, os meios filtrantes mais utilizados são areia, antracito/carvão, cascalho e pedregulho.

A etapa 6 corresponde ao condicionamento final da água, com correção de pH, desinfecção e fluoretação.

A etapa 7 corresponde à reservação da água antes de ser distribuída às caixas de água dos bairros.

A etapa 8 corresponde à reservação de água nas caixas de águas da cidade.

A etapa 9 corresponde à distribuição das águas das caixas de água para os domicílios.

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

6. (FCC/SABESP-SP - 2018) A utilização de produtos químicos, como por exemplo o sulfato de alumínio, para acelerar o processo de coagulação/flotação nos sistemas de tratamento tem como fundamental função reduzir

- a) turbidez e cor aparente.
- b) DBO e DQO.
- c) sólidos grosseiros e matéria orgânica.
- d) pH e temperatura.
- e) vazão e sedimentação.

Comentários

Conforme visto em aula, o sulfato de alumínio destina-se a promover a coagulação do material coloidal para que, juntamente com os precipitados e sólidos em suspensão, formem agregados de



dimensões maiores (flocos). Esse processo visa a clarificar a água tratada, reduzindo a sua turbidez e, em geral, a cor aparente, estando correta a **alternativa A**.

A **alternativa B** está errada, pois a DBO e a DQO são efetivamente reduzidas após os processos de sedimentação e filtração, que promovem a remoção da matéria orgânica.

A **alternativa C** está errada, visto que os sólidos grosseiros são retirados na etapa preliminar e a matéria orgânica é retirada nas etapas seguintes.

A **alternativa D** está errada, considerando que a introdução de sulfato de alumínio tem a função de promover a coagulação dos sólidos, não a redução do pH e da temperatura da água.

A **alternativa E** está errada. Assim como na alternativa anterior, a banca simplesmente inventou que a introdução de sulfato de alumínio visaria à redução da vazão e da sedimentação.

7. (FCC/SABESP-SP - 2018) Dentre as várias substâncias químicas utilizadas no tratamento de água está o ácido fluorsilícico (H_2SiF_6) que é adicionado a água tratada de distribuição pública. A finalidade da adição desta substância química à água tratada é a prevenção contra
- a) coliformes totais.
 - b) bactérias.
 - c) vírus.
 - d) cáries.
 - e) coliformes fecais.

Comentários

A fluoração consiste na adição de flúor à água, com o objetivo de reduzir a incidência de cáries dentárias na população. Trata-se de uma tecnologia de saúde pública recomendada pela Organização Mundial da Saúde e pelas principais entidades odontológicas e de saúde pública do Brasil e do mundo.

Em geral, os compostos utilizados nas estações de tratamento de água para fluoração são o ácido fluorsilícico, o fluorsalicato de sódio, o fluoreto de sódio e o fluoreto de cálcio.

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

8. (FCC/SABESP-SP - 2018) O carvão ativado é empregado no tratamento de água para
- a) ajuste de pH.
 - b) oxidação.
 - c) desinfecção.
 - d) correção de odor e sabor.
 - e) controle da corrosão.



Comentários

Conforme estudado durante a aula, o carvão ativado é um elemento bastante adsorvente que permite a remoção de diversos compostos que podem conferir características como odor, gosto e toxicidade à água, como os agrotóxicos e as cianotoxinas.

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

9. (FCC/SABESP-SP - 2018) No processo convencional de tratamento de água, a fase em que é adicionado sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outros compostos, seguida de uma agitação violenta da água, fazendo com que as partículas de sujeira fiquem eletricamente desestabilizadas e mais fáceis de agregar, denomina-se

- a) decantação.
- b) floculação.
- c) coagulação.
- d) filtração.
- e) pré-alcalinização.

Comentários

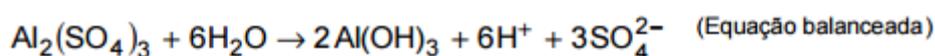
Conforme estudamos, é a coagulação que consiste na aplicação de produtos químicos coagulantes com têm a função de desestabilizar as partículas coloidais para que, juntamente com os precipitados e sólidos em suspensão, formem agregados de dimensões maiores (flocos). Logo, a **alternativa C** está correta e é o nosso gabarito.

A etapa de coagulação é importante porque os coloides não sedimentam sob a ação da gravidade devido a sua pequena dimensão e à carga negativa da superfície das partículas, que se repulsam entre si e evitam a formação de agregados.

Nesse contexto, para se conseguir a agregação das partículas dispersas, é necessário promover a redução ou eliminação da barreira de energia que envolve as partículas, o que é conseguido pela adição de agentes químicos coagulantes, como os sais de alumínio e de ferro (ex.: sulfato de alumínio, cloreto férrico, sulfato férrico, sulfato ferroso).

Em uma ETA, a adição do coagulante é feita em unidades de mistura rápida que objetivam dispersar a água o mais rápida e uniformemente possível.

10. (FCC/SABESP-SP - 2018) A utilização de sulfato de alumínio em meio aquoso na coagulação de partículas coloidais gera uma alteração no pH devido à liberação de íons H^+ , conforme mostra a equação abaixo:



Para corrigir esta alteração no pH é necessário acrescentar uma base à mistura. Das substâncias abaixo, uma base que pode ser adicionada no tratamento de água, é:

- a) Hidróxido de Chumbo ($Pb(OH)_2$).
- b) Óxido de Cálcio (CaO).
- c) Ácido Clorídrico (HCl).
- d) Ácido Sulfúrico (H_2SO_4).
- e) Sulfeto de Hidrogênio.

Comentários

Um importante fator de influência no processo de coagulação é a alcalinidade da água, uma vez que um meio ácido pode impedir a formação dos hidróxidos formados quando da adição dos sais de alumínio ou ferro, que são os responsáveis por aglutinar os flocos. Destarte, normalmente a adição dos coagulantes ocorre juntamente com a adição de agentes alcalinizantes, como o carbonato de cálcio - $CaCO_3$ -, o bicarbonato de cálcio - $Ca(HCO_3)_2$, o carbonato de sódio (Na_2CO_3) - ou o óxido de cálcio - CaO , também conhecido como cal.

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

11. (FCC/SABESP-SP - 2018) O tratamento de água exige um complexo e extenso processo que envolve várias etapas e produtos químicos. Os produtos químicos utilizados no tratamento de água e suas finalidades, são respectivamente:

- a) Oxidação - cloro; Coagulação - cloreto férrico; Alcalinização - carbonato de sódio; Desinfecção - ozônio; Fluoretação - ácido fluorsilícico
- b) Oxidação - cloreto férrico; Coagulação - ozônio; Alcalinização - cloro; Desinfecção - carbonato de Sódio; Fluoretação - ácido fluorsilícico
- c) Oxidação - cloro; Coagulação - cloreto férrico; Alcalinização - carbonato de sódio; Desinfecção - ozônio; Fluoretação - ácido fluorídrico
- d) Oxidação - ozônio; Coagulação - cloro; Alcalinização - carbonato de sódio; Desinfecção - cloreto férrico; Fluoretação - ácido fluorsilícico
- e) Oxidação - cloro; Coagulação - ozônio; Alcalinização - carbonato de sódio; Desinfecção - cloreto férrico; Fluoretação - ácido fluorsilícico

Comentários

A **alternativa A** está correta e é o nosso gabarito. O cloro é um dos principais agentes oxidativos existentes, o cloreto férrico é utilizado como coagulante, o carbonato de sódio é utilizado como agente alcalinizante, principalmente no processo de coagulação, o ozônio pode ser utilizado como agente desinfetante e o ácido fluorsilícico é utilizado para fluoretação da água para o combate de cáries dentárias.

A **alternativa B** está errada, porque o ozônio não é utilizado para coagulação, o cloro não é utilizado para alcalinização e o carbonato de sódio não é utilizado para desinfecção.



A **alternativa C** está errada, pois o ácido fluorídrico não é utilizado para fluoração, mas sim o ácido fluorsilícico.

A **alternativa D** está errada, porque o cloro não é utilizado para coagulação e o cloreto férrico não usado para a desinfecção.

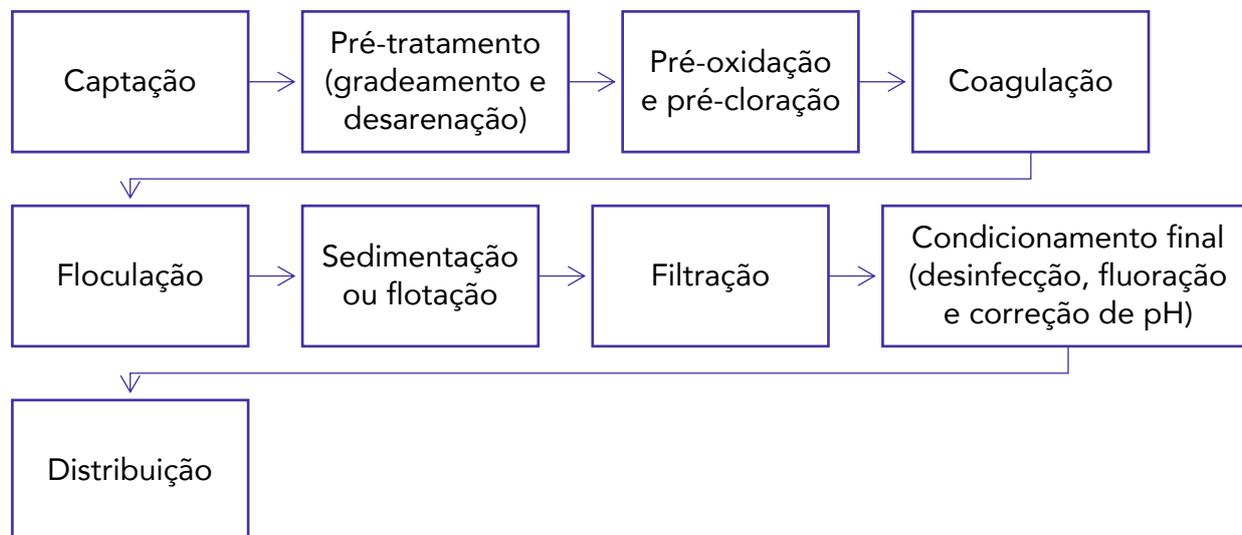
A **alternativa E** está errada, pois o ozônio não é utilizado para coagulação e o cloreto férrico não é utilizado para desinfecção.

12. (FCC/SABESP-SP - 2018) No tratamento convencional de águas de abastecimento, a

- a) desinfecção é anterior à filtração.
- b) filtração é posterior à sedimentação.
- c) coagulação é posterior à floculação.
- d) correção de pH antecede a desinfecção.
- e) fluoretação é posterior à correção de pH.

Comentários

Vamos relembrar as etapas básicas de um tratamento de água convencional:



Com base nesse esquema, observe que:

A **alternativa A** está errada, pois a desinfecção é posterior à filtração.

A **alternativa B** está correta e é o nosso gabarito, uma vez que a filtração de fato ocorre após a sedimentação.

A **alternativa C** está errada, porque a coagulação é anterior à floculação.



A **alternativa D** está errada, porquanto a correção de pH vem depois da desinfecção, não antes.

A **alternativa E** está errada, considerando que a fluoretação vem antes da correção de pH.

13. (FCC/SABESP-SP - 2018) Com relação aos produtos químicos utilizados em tratamento de água, o produto relacionado ao seu principal uso é, respectivamente:

- a) hipoclorito de cálcio – algicida.
- b) sulfato de cobre – oxidante.
- c) polímeros naturais – auxiliares de floculação.
- d) carbonato de sódio – adsorventes.
- e) cloreto férrico – alcalinizantes.

Comentários

A **alternativa A** está errada, pois o hipoclorito de cálcio - $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ - é uma das formas de utilização do cloro para oxidação e remoção de organismos patogênicos, não algas. Para remoção destas, há algumas alternativas, entre as quais a utilização de algicidas, como o sulfato de cobre, o peróxido de hidrogênio e o permanganato de potássio.

A **alternativa B** está errada, pois o sulfato de cobre é um algicida, não oxidante.

A **alternativa C** está correta e é o nosso gabarito. A coagulação e floculação podem ocorrer pela adição de polímeros catiônicos, que apresentam longas moléculas com cargas positivas, que interagem com os colóides contendo cargas superficiais negativas e provocam a desestabilização do sistema coloidal.

A **alternativa D** está errada, pois o carbonato de sódio (Na_2CO_3) é um agente alcalinizante, não adsorvente, como carvão ativado.

A **alternativa E** está errada, visto que o cloreto férrico é um agente coagulante, não alcalinizante.

14. (FCC/SABESP-SP - 2018) Nas Estações de Tratamento de Água (ETAs) de ciclo completo podem ser utilizados muitos produtos químicos ao longo do tratamento. Nesse contexto, permanganato de potássio, ácido peracético e cloro são classificados como

- a) alcalinizantes.
- b) pré-oxidantes.
- c) coagulantes.
- d) desinfetantes.
- e) controladores de corrosão.

Comentários



Assim que a água chega à estação de tratamento de água, é possível que ela passe por um processo de pré-oxidação pela adição de um agente oxidante. Isso visa a reduzir a cor e oxidar a matéria orgânica e metais, como ferro e manganês, de modo torná-los insolúveis e não prejudicarem as próximas etapas do tratamento. Ademais, a pré-oxidação de águas naturais de cor elevada reduz a dosagem de coagulante a ser utilizada na etapa de coagulação (etapa seguinte).

Normalmente, os compostos à base de cloro, como o dióxido de cloro (ClO_2), são os mais utilizados como agentes oxidantes. Todavia, em águas com altos teores de matéria orgânica, pode haver formação de subprodutos indesejáveis pelo uso de cloro, como os trihalometanos (THM). Por isso, outros agentes oxidantes podem ser utilizados, como o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), o permanganato de potássio (KMnO_4), o ácido peracético (mistura de peróxido de hidrogênio, ácido acético e água) e o ozônio.

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

15. (FCC/SABESP-SP - 2018) Nos tratamentos de água para consumo humano há a necessidade de uso de produtos químicos.

Considere os produtos químicos abaixo:

I. H_2SO_4

II. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

III. FeCl_3

IV. KMnO_4

São utilizados no tratamento de água APENAS

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

Comentários

O item I apresenta o ácido sulfúrico, que não é utilizado no tratamento de água.

O item II apresenta o sulfato de alumínio, que é um importante agente coagulante utilizado nas estações de tratamento de água.

O item III apresenta o cloreto férrico, outro agente coagulante utilizado nas ETAs.

O item IV apresenta o permanganato de potássio, que pode ser utilizado em processos oxidativos, como na pré-oxidação.



Desse modo, os itens II, III e IV podem ser considerados **corretos**. Contudo, a banca considerou como corretos apenas os itens II e III. De fato, o sulfato de alumínio e o cloreto férrico são bem mais comuns do que o permanganato de potássio nos processos de tratamento de água, mas este composto também pode ser eventualmente utilizado, conforme estudamos.

Inclusive, na questão anterior a mesma banca, na mesma prova (mas para cargos diferentes) considerou o KMnO_4 como pré-oxidante. De qualquer modo, de acordo com o entendimento da banca nesta questão, apenas a **alternativa D** está **correta** e é o gabarito.

16. (FCC/SABESP - 2018) O monitoramento de OD (oxigênio dissolvido), nas fases de captação da água e de seu tratamento, é importante porque

- a) a presença de oxigênio anula o gás carbônico, o que é benéfico à saúde humana.
- b) é preciso garantir oxigênio para reagir com os produtos químicos usados no tratamento.
- c) o oxigênio é utilizado por bactérias aeróbicas para a degradação da matéria orgânica.
- d) o oxigênio presente na água aumenta a temperatura desta, o que pode afetar a vida aquática.
- e) a redução da concentração de oxigênio é um indicador de boa qualidade da água.

Comentários

Conforme visto em aula, o oxigênio dissolvido é uma variável essencial para os organismos aeróbios, desde grandes peixes até microrganismos, com as bactérias responsáveis por decompor a matéria orgânica. Então, a **alternativa C** está **correta** e é o nosso gabarito.

A **alternativa A** está **errada**, pois não é verdade que o oxigênio anula o gás carbônico. Ambos os gases podem estar presentes na água.

A **alternativa B** está **errada**. Você até pode querer garantir uma aeração da água antes do tratamento para eliminar compostos voláteis ou oxidar ferro e manganês, por exemplo. De qualquer maneira, o oxigênio realiza essas funções separadamente, não sendo correto dizer que sua presença é importante para reagir com outros produtos químicos usados no tratamento.

A **alternativa D** está **errada**, considerando que a presença de oxigênio não aumenta a temperatura da água. Na verdade, a temperatura da água é que é um dos fatores determinantes para a concentração de oxigênio, sendo que em águas mais frias há uma chance maior quantidade de oxigênio do que águas mais quentes.

A **alternativa E** está **errada**, pois uma baixa quantidade de oxigênio inviabiliza a presença de organismos aeróbios, matando-os. Lembre-se, por exemplo, que a Res. Conama nº 357/05, estudada em aula anterior, prevê concentrações mínimas de oxigênio para cada classe de água.

17. (FCC/SABESP - 2018) Nas etapas de Coagulação e Pós-alkalinização do tratamento de água adicionam-se, respectivamente,

- a) sulfato de alumínio e cal.



- b) cloreto de sódio e soda cáustica.
- c) permanganato de potássio e cloro.
- d) cloro e flúor.
- e) bactérias anaeróbicas e fitoplâncton.

Comentários

Em relação à coagulação, para se conseguir a agregação das partículas dispersas, é necessário promover a redução ou eliminação da barreira de energia que envolve as partículas, o que é conseguido pela adição de agentes químicos coagulantes, como os sais de alumínio ou de ferro (ex.: sulfato de alumínio - $Al_2(SO_4)_3$, cloreto férrico - $FeCl_3$, sulfato férrico - $Fe_2(SO_4)_3$ sulfato ferroso - $FeSO_4$).

Já para a correção final do pH antes da distribuição, também chamada pós-alcalinização, utiliza-se óxido de cálcio (CaO), também chamado cal.

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

18. (FCC/SABESP - 2018) Na etapa de filtração ocorre a

- a) adição de cal ou soda.
- b) remoção do gás carbônico.
- c) adição de sulfato de alumínio.
- d) remoção total das partículas de sujeira.
- e) adição de flúor.

Comentários

Na filtração, a água passa através de um leito granular para remoção da maior parte do material particulado que não pôde ser retirado nas etapas anteriores. Então, a **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito.

19. (FCC/SABESP - 2018) O sulfato de alumínio é usado para a etapa de

- a) coagulação.
- b) pré-cloração.
- c) decantação.
- d) desinfecção.
- e) fluoretação.

Comentários

Lembre-se que o sulfato de alumínio - $Al_2(SO_4)_3$ - é um dos coagulantes mais utilizados no tratamento de água. Assim, a **alternativa A** está correta e é o nosso gabarito.



20. (FCC/SABESP - 2018) O cloro é adicionado à água em tratamento nas fases de pré-cloração e desinfecção. Essas etapas têm o objetivo de, respectivamente,

- a) desestabilizar as partículas de sujeira e formar os flocos junto às partículas.
- b) corrigir o pH e garantir cor transparente à água.
- c) facilitar a retirada de matéria orgânica e metais e degradar bactérias e vírus.
- d) possibilitar a decantação dos flocos e gerar oxigênio na água.
- e) reduzir a chance de cáries e promover a remoção de partículas na água.

Comentários

Conforme estudamos, o cloro adicionado na etapa de pré-cloração tem o intuito facilitar a retirada de matéria orgânica e metais, enquanto o cloro utilizado na desinfecção tem a finalidade de desinfetar a água que será distribuída, removendo organismos patogênicos, como bactérias e vírus.

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

21. (FCC/SABESP - 2018) O Oxigênio Dissolvido (OD) é um parâmetro químico do tratamento da água relacionado

- a) ao sabor que confere à água.
- b) à oxidação de tubulações, tornando-as frágeis e passíveis de ruptura e substituição periódica.
- c) à reação dos produtos químicos usados para o tratamento de água.
- d) à necessidade dos humanos e animais de usarem o oxigênio da água que bebem.
- e) aos microrganismos aeróbicos, que usam oxigênio nos seus processos respiratórios.

Comentários

O oxigênio dissolvido (OD) é uma variável essencial para os organismos aeróbios, pois eles dependem dele para a respiração. Logo, a **alternativa E** está correta e é o nosso gabarito.

Embora o oxigênio dissolvido também seja um importante regulador das condições de oxirredução da água, cuja falta pode provocar a dissolução do ferro das tubulações ou poços, por exemplo, não é correto dizer que ele as torna frágeis e passíveis de ruptura e substituição periódica, como faz a alternativa B.

22. (FCC/SABESP - 2018) Um dos parâmetros de qualidade da água é o pH. Sobre esse parâmetro, considere:

- I. O valor de pH é importante em diversas etapas do tratamento de água.
- II. O pH baixo causa incrustações nas tubulações e peças de água de abastecimento.
- III. Valores de pH afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática e microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico do esgoto.



IV. Valores altos ou baixos de pH podem ser indicativos de presença de esgotos industriais.

Está correto o que se afirma APENAS em

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

Comentários

A **assertiva I** está correta. Conforme vimos, o pH é determinante para o processo de coagulação da água e para a distribuição, por exemplo.

A **assertiva II** está errada, pois é o pH alto que causa incrustações nas tubulações e peças de água de abastecimento. O pH muito baixo pode causar corrosões.

A **assertiva III** está correta. Embora a aula não tenha sido sobre tratamento de esgoto, saiba que um pH muito abaixo (muito ácido) ou muito acima (muito básico) da neutralidade pode afetar consideravelmente as condições de vida dos microrganismos utilizados em processos biológicos de tratamento de esgoto. Isso não quer dizer que necessariamente o pH tenha de ser neutro (7,0) para viabilizar as condições para tais organismos, mas não pode ser tão discrepante.

A **assertiva IV** está correta. Dependendo do tipo de efluente industrial, o pH pode se deslocar muito para cima ou muito para baixo. Se o despejo industrial é composto por subprodutos básicos, como soda cáustica, por exemplo, o pH aumentará. Opostamente, se o despejo é composto por subprodutos ácidos, como o sulfúrico, o pH abaixará. Enfim, são inúmeras as possibilidades, mas a questão está correta.

Então, apenas as assertivas I, III e IV estão corretas, sendo a **alternativa E** o nosso gabarito.

23. (FCC/SABESP - 2018) A água tratada deve ser analisada quanto aos parâmetros físicos, químicos e biológicos. Dentre os parâmetros físicos, estão:

- a) sabor e odor, temperatura e acidez.
- b) cor, odor, temperatura, pH e alcalinidade.
- c) cor, turbidez, sabor e odor e temperatura.
- d) dureza, cor, turbidez, ferro e manganês.
- e) cloretos, cor, turbidez e temperatura.

Comentários

A **alternativa A** está errada, pois acidez é parâmetro químico, não físico.



A **alternativa B** está errada, pois o pH e a alcalinidade são parâmetros químicos, não físicos.

A **alternativa C** está correta e é o nosso gabarito, porque apresentou apenas parâmetros físicos.

A **alternativa D** está errada, pois dureza, ferro e manganês são parâmetros químicos, não físicos.

A **alternativa E** está errada, porque cloreto é parâmetro químico, não físico.

24. (FCC/SABESP - 2018) Considere:

I. Este processo consiste em colocar a água em contato estreito com uma fase gasosa (geralmente o ar) para transferir substâncias solúveis do ar para a água, aumentando seus teores de oxigênio e nitrogênio, e substâncias voláteis da água para o ar, permitindo a remoção do gás carbônico em excesso, do gás sulfídrico, do cloro, metano e substâncias aromáticas voláteis, assim como, proporcionar a oxidação e precipitação de compostos indesejáveis, tais como ferro e manganês. A aeração pode ser por gravidade, aspersão, difusão de ar ou forçada.

(Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~bdta/f-aeracao.htm>)

II. A água ainda contém impurezas que não foram completamente sedimentadas ou flotadas nos processos de decantação ou de flotação. Para isso, ela passa por equipamentos constituídos por camadas que tem como função reter a sujeira restante.

Adaptado:

http://www.copasa.com.br/media2/PesquisaEscolar/COPASA_TratamentoDeAgua.pdf

Os equipamentos utilizados nos processos descritos nos itens I e II são, respectivamente,

- a) filtros e decantadores.
- b) difusores e filtros.
- c) difusores e decantadores.
- d) flotadores e separadores.
- e) separadores e flotadores.

Comentários

O primeiro parágrafo descreveu o processo de aeração da água, que pode ser realizado por meio de difusores de ar.

Já o segundo parágrafo descreveu o processo de filtração que ocorre após os processos de decantação ou flotação. Na etapa de filtração, remove-se a maior parte do material particulado que não pôde ser retirado nas etapas anteriores pela passagem da água através de um leito granular (filtro).

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



25. (FCC/SABESP - 2018) As estações de tratamento de água são verdadeiras indústrias do ponto de vista de processos. São necessários vários processos para eliminação das impurezas que estão cada vez mais presentes nos mananciais. Entre os processos existentes e essenciais no tratamento de água está a filtração para retirada de impurezas como, por exemplo, pesticidas e outros compostos orgânicos.

Para a eficácia na retirada destas impurezas recomenda-se o uso de filtro

- a) de areia e cascalho.
- b) UASB.
- c) de carvão ativado.
- d) manga.
- e) prensa.

Comentários

Durante a aula, vimos que a adsorção é um processo que permite a remoção de diversos compostos que podem conferir características como odor, gosto e toxicidade à água, como os agrotóxicos, cianotoxinas e outros compostos orgânicos. O adsorvente mais utilizado no tratamento de águas é o carvão ativado, que pode ser utilizado em pó ou granulado.

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

26. (FCC/SABESP - 2018) É a primeira unidade do sistema de abastecimento de água. Responsável por coletar de modo adequado a água do manancial, também chamada de água bruta.

Esta afirmação refere-se a

- a) captação.
- b) adutora.
- c) rede de distribuição.
- d) estação elevatória.
- e) filtro.

Comentários

Questão bastante tranquila que cobra que o candidato lembre que o nome do processo de retirada de água do manancial se chama captação. A **alternativa A** está correta e é o nosso gabarito.

27. (FCC/SABESP - 2018) O processo convencional de tratamento de água é dividido nas etapas: pré-cloração, pré-alkalinização, coagulação, floculação, decantação, filtração, pós-alkalinização, desinfecção e fluoretação. Na etapa de

- a) floculação, a água passa por grandes tanques para separar os flocos de sujeira.



b) pré e na etapa de pós-alkalinização são feitas correções de pH para ajuste de valores exigidos em etapas seguintes.

c) coagulação é adicionado sulfato de alumínio ou cloreto férrico e, em seguida, é realizada uma agitação violenta da água para agregar partículas.

d) desinfecção são adicionados cloro e flúor que garantem que a água fornecida chegue isenta de bactérias e vírus nas casas dos consumidores.

e) decantação, a água atravessa tanques formados por pedras, areia e carvão antracito, retendo a sujeira restante das outras fases.

Comentários

A **alternativa A** está errada, porque a separação dos flocos ocorre na etapa de decantação. Na floculação os flocos são apenas formados.

A **alternativa B** foi considerada errada pela banca, que provavelmente entendeu do seguinte modo: a pré-alkalinização de fato é realizada para ajustar o pH aos valores exigidos nas fases seguintes, como a coagulação, que exige um pH que não seja alto.

Contudo, a correção de pH ao final do processo de tratamento não é feita para "ajustar os valores em etapas seguintes do tratamento", mas sim para a etapa de distribuição e ao padrão de potabilidade da água, que não constituem etapas do tratamento de água propriamente ditos.

A **alternativa C** está correta e é o nosso gabarito. O sulfato de alumínio e o cloreto férrico são dois coagulantes bastante utilizados nessa etapa.

A **alternativa D** está errada, pois apenas o cloro tem a função de desinfecção mencionada. O flúor destina-se ao combate de cáries.

A **alternativa E** está errada, porque descreveu o processo de filtração da água, não de decantação.

28. (FCC/SABESP - 2018) No tratamento convencional da água em uma Estação de Tratamento de Água (ETA), o processo de clarificação da água inclui as seguintes etapas:

- a) cloração e fluoretação.
- b) floculação e fluoretação.
- c) fluoretação e decantação.
- d) floculação e decantação.
- e) filtração e fluoretação.

Comentários

O termo "clarificação da água" é utilizado para descrever as etapas de floculação e decantação/flotação, sendo que alguns autores ainda consideram a coagulação como uma das etapas.



De qualquer modo, sabendo apenas que a fluoretação (fluoretação) é uma das etapas finais, que não se presta à clarificação da água, mas sim à adição de flúor para evitar cáries, já era possível eliminar as alternativas erradas e verificar que a **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito.

29. (FCC/SABESP - 2018) O ácido fluorsilícico ou ácido hexafluorosilícico (H_2SiF_6) é um composto químico que é utilizado no tratamento de água para consumo humano e que tem vital importância para a saúde humana, atuando na

- a) proteção contra bactérias.
- b) proteção contra vírus.
- c) proteção contra cáries.
- d) remoção de nutrientes.
- e) remoção de sólidos grosseiros.

Comentários

O ácido fluorsilícico, também conhecido como ácido hexafluorosilícico (H_2SiF_6) é utilizado na etapa de fluoretação da água, para proteção contra cárie dentária na população em geral.

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

30. (FCC/SABESP - 2018) Nos sistemas de tratamento de água acontecem etapas que envolvem processos químicos e físicos. A adição de produtos químicos contribui para tornar a água potável. Entre os possíveis produtos químicos estão os polímeros, que podem ser catiônicos, aniônicos ou neutros, dependendo da característica química da água a ser tratada. A etapa do tratamento em que esses polímeros são usados é a

- a) desinfecção.
- b) filtração.
- c) decantação.
- d) floculação.
- e) fluoretação.

Comentários

Lembre-se que além de coagulantes clássicos, como o sulfato de alumínio e o cloreto férrico, a coagulação/floculação também podem ocorrer pela adição de polímeros, que apresentam longas moléculas com cargas que interagem com os colóides e provocam a desestabilização do sistema coloidal.

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

31. (UFFRJ/UFRRJ- 2019) O objetivo do processo de desinfecção no tratamento de água para o abastecimento é o(a)



- a) decaimento da turbidez.
- b) controle de sabor e odor.
- c) proteção da cárie dentária infantil.
- d) remoção de microrganismos patogênicos.
- e) redução da dureza.

Comentários

Questão bastante tranquila, haja vista que o processo de desinfecção à remoção de microrganismos patogênicos não removidos nas etapas anteriores do tratamento da água para abastecimento. Portanto, a **alternativa D** está **correta** e é o nosso gabarito.

Aproveitemos para fazer uma breve revisão sobre o processo de desinfecção.

A desinfecção pode ser realizada de diversas maneiras. A mais comum delas no Brasil é a desinfecção química que utiliza cloro, podendo este estar na forma de cloro gasoso - Cl_2 -, hipoclorito de cálcio - $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ -, hipoclorito de sódio - NaClO - ou dióxido de cloro - ClO_2 .

A grande preferência pelo cloro no Brasil ocorre pelo fato de ser um desinfetante eficaz e de baixo custo operacional. Nesse contexto, é interessante mencionar que é recomendável que a desinfecção seja feita em pH não superior a 7, porque em valores superiores o ácido hipocloroso formado dissocia-se em íon hipoclorito, que possui menor poder desinfetante.

A despeito da preferência pelo cloro no Brasil, a desinfecção química também pode utilizar outras substâncias, como o ozônio e o iodo. Ademais, além da desinfecção química, é possível haver a desinfecção por processos físicos, que pode utilizar o calor, a luz solar ou a radiação ultravioleta como agentes desinfetantes.

É importante destacar que, diante das inúmeras possibilidades de organismos patogênicos, torna-se inviável econômica e operacionalmente detectar todos eles. Destarte, utilizam-se microrganismos indicadores da contaminação patogênica, como a *Escherichia coli*, um tipo de bactéria coliforme, isto é, que habita o intestino de animais mamíferos.

Por fim, cumpre destacar que, normalmente, os desinfetantes utilizados no tratamento da água também atuam como oxidantes, podendo remover gosto, odor, além de poluentes como ferro, manganês, arsênio e cianetos.

Por fim, vejamos alguns processos possíveis para as ações previstas nas demais alternativas:

Na **alternativa A**: o decaimento da turbidez pode ser conseguido pelos processos de coagulação e floculação.

Na **alternativa B**: o controle de sabor e odor pode ser conseguido pelo uso de carvão ativado.

Na **alternativa C**: a proteção da cárie dentária infantil pode ser conseguida pela fluoretação da água.



Na **alternativa E**: a redução da dureza pode ser conseguida pelos processos de abrandamento.

32. (UFRJ/UFRRJ- 2019) Os parâmetros de qualidade da água podem ser divididos em físicos, químicos e biológicos. Assinale a alternativa que representa parâmetros químicos.

- a) Turbidez, matéria orgânica e micropoluentes orgânicos.
- b) Cloretos, algas e dureza.
- c) Alcalinidade, metais e cor.
- d) Acidez, dureza e nitrogênio.
- e) Sabor, oxigênio dissolvido e pH.

Comentários

A **alternativa A** está errada, porque a turbidez é um parâmetro físico, não químico.

A **alternativa B** está errada, pois as algas são um parâmetro biológico, não químico.

A **alternativa C** está errada, visto que cor é parâmetro físico.

A **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito, por apresentar três parâmetros químicos.

A **alternativa E** está errada, porquanto sabor é um parâmetro físico, não químico.

33. (UFRJ/UFRRJ- 2019) A etapa de clarificação constitui-se como um conjunto de operações unitárias no tratamento de águas para abastecimento. Assinale a alternativa que constitui uma operação da etapa de clarificação, conceitualmente adequada.

- a) Na etapa de coagulação ocorre a estabilização dos coloides presentes na água, permitindo assim que eles posteriormente se aglutinem, formando flocos.
- b) Na floculação ocorre a formação de flocos, mediante a introdução de energia na massa líquida, capaz de favorecer o contato entre os coloides estabilizados e permitir sua aglutinação.
- c) O nitrato de cálcio se destaca como coagulante largamente utilizado no processo de coagulação.
- d) Os filtros utilizados no processo de filtração podem ser classificados em função do sentido do fluxo e em função da velocidade.
- e) A filtração de fluxo ascendente é recomendada para água bruta com alta turbidez.

Comentários

A **alternativa A** está errada, pois a coagulação visa justamente ao oposto, ou seja, à desestabilização das partículas coloidais.

A **alternativa B** está errada, pois novamente mencionou a estabilização dos coloides, quando o certo seria a desestabilização.



A **alternativa C** está errada, considerando que o nitrato de cálcio não é um dos coagulantes largamente utilizados no processo de coagulação. Os mais utilizados são os sais de alumínio e ferro, como o sulfato de alumínio e o cloreto férrico.

A **alternativa D** está correta e é o nosso gabarito, porque os filtros podem ser divididos em filtros lentos ou rápidos (velocidade) e ascendentes ou descendentes (sentido do fluxo).

A **alternativa E** está errada, porque a filtração direta ascendente (FDA) normalmente é aplicada para água bruta de baixa turbidez.

34. (UFRJ/UFRRJ- 2019) Considere a passagem a seguir:

“Os cátions mais frequentes associados a este parâmetro são os cátions bivalentes Ca^{2+} e Mg^{2+} e em condições de supersaturação reagem com ânions na água, formando precipitados.”

Assinale a alternativa correspondente ao parâmetro de qualidade da água descrito no texto.

- a) Potencial Hidrogeniônico.
- b) Alcalinidade.
- c) Dureza.
- d) Acidez.
- e) Oxigênio dissolvido.

Comentários

Conforme estudamos na aula, a dureza da água é causada principalmente causada pela presença de íons alcalinos, como Ca^{2+} e Mg^{2+} , além de outros metais. No tocante aos processos de tratamento de água, uma alta dureza pode causar incrustações nas tubulações, também podendo ocasionar sabor e efeitos laxativos à água, requerendo, portanto, processos específicos tratamento, chamados de abrandamento.

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

35. (QUADRIX/PREFEITURA DE CRISTALINA-GO - 2019) O fluxograma do tratamento de água para consumo humano em ciclo completo, realizado em estações de tratamento de águas (ETA), é composto pelas etapas de: pré-tratamento; coagulação; floculação; decantação; filtração rápida descendente; e desinfecção/fluoração/correção do pH. Em relação a esse tema, assinale a alternativa correta.

- a) A floculação, que tem como objetivo a formação de flocos, ocorre na unidade de mistura rápida, que pode ser hidráulica ou mecanizada.
- b) Na filtração rápida descendente, observa-se a retenção das impurezas nas camadas que compõem o meio filtrante e a formação de uma camada superficial de biofilme, composto por uma diversidade de microrganismos.
- c) As partículas coloidais presentes na água apresentam elevada velocidade de sedimentação e, por isso, há a necessidade de coagulação e floculação antes de sua remoção por meio da sedimentação.



d) A interrupção de uma carreira de filtração ocorre quando são observados valores de turbidez menores na água filtrada e perda de carga total igual à carga hidráulica disponível.

e) A coagulação é um processo resultante da ação de quatro mecanismos, que podem ocorrer individualmente ou combinados: compressão da dupla camada elétrica; adsorção e neutralização de cargas; varredura e adsorção; e formação de pontes.

Comentários

A **alternativa A** está errada, pois a floculação ocorre em unidade de agitação lenta. É a coagulação que ocorre em unidade de mistura rápida.

A **alternativa B** está errada, porque nos filtros rápidos as impurezas são retidas ao longo do meio filtrante, ocorrendo progressiva colmatação (saturação) das camadas. É nos filtros lentos que a remoção das impurezas é significativa no topo do meio filtrante, formando o biofilme.

A **alternativa C** está errada, pois é justamente pelo fato de as partículas coloidais não sedimentarem facilmente que se fazem necessárias as etapas de coagulação e floculação.

A **alternativa D** está errada, pois são os valores maiores (não menores) de turbidez que vão indicar a baixa eficácia da filtração.

A **alternativa E** está correta e é o nosso gabarito, porque mencionou adequadamente os quatro mecanismos que atuam nos processos de coagulação, conforme visto em aula.

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

- a) captação.
- b) adução.
- c) reservação
- d) distribuição.
- e) tratamento.

Comentários

A etapa de transporte da água da captação às ETAs e destas aos reservatórios de distribuição ocorre por meio de dutos, como as adutoras, e é conhecida por adução.

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



37. (QUADRIX/PREFEITURA DE JATAÍ-GO - 2019) O tratamento de água consiste em melhorar suas características organolépticas, físicas, químicas e bacteriológicas, a fim de que se torne adequada ao consumo humano.

O processo físico-químico no qual as partículas coloidais são removidas da fase líquida mediante sua percolação por um meio granular, garantindo-se a produção de água filtrada com características estéticas adequadas aos fins de potabilidade é denominado

- a) sedimentação gravitacional.
- b) filtração.
- c) flotação.
- d) floculação.
- e) desinfecção.

Comentários

O processo a partir do qual o material particulado passa por um meio granular é o de filtração. Assim, a **alternativa B** está correta e é o nosso gabarito.

38. (IBFC/IDAM - 2019) A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros que traduzem suas principais características, químicas, físicas e biológicas. Usa-se parâmetros gerais para caracterizar águas de abastecimento, águas residuárias, mananciais e corpos receptores. Abaixo encontra-se um bloco com os alguns parâmetros usados para caracterizar a qualidade da água (com itens ordenados de I a IV) e outro bloco com as descrições dos parâmetros (com itens ordenados de A a D). Relacione as informações dos dois blocos e assinale a alternativa que contenha a correlação correta.

I. acidez

II. alcalinidade

III. dureza

IV. turbidez

A . Quantidade de íons na água que reagem para neutralizar os íons hidrogênio. Os principais constituintes são sólidos dissolvidos: bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidróxidos (OH^-).

B. Representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água. São constituídos por sólidos em suspensão.

C. Concentração de cátions multimetálicos em solução. Em condições de supersaturação, esses cátions reagem com ânions da água, formando precipitados, constituídos por sólidos dissolvidos.

D. Capacidade da água em resistir às mudanças de pH causadas pelas bases. É devida à presença de gás carbônico livre.



- a) I-D; II-A; III-C; IV-B
- b) I-A; II-C; III-D; IV-B
- c) I-B; II-A; III-D; IV-C
- d) I-D; II-C; III-A; IV-B

Comentários

Primeiramente, analisemos as assertivas de cada uma das letras.

A assertiva A descreve a alcalinidade, ou seja, a capacidade de neutralização de ácidos em uma solução, devida principalmente à presença de sais alcalinos, como carbonatos e bicarbonatos de sódio e cálcio.

A assertiva B descreve a turbidez, parâmetro físico que mensura a presença de material particulado em suspensão na água, tais como argila e substâncias orgânicas finamente divididas, representando o grau de interferência com a passagem de luz através da água e, portanto, afetando os métodos de clarificação, por exemplo.

A assertiva C descreve a dureza, causada principalmente pela presença de íons alcalinos, como Ca^{2+} e Mg^{2+} , além de outros metais. No tocante aos processos de tratamento de água, uma alta dureza pode causar incrustações nas tubulações, também podendo ocasionar sabor e efeitos laxativos à água, requerendo, portanto, processos específicos tratamento, chamados de abrandamento.

A assertiva D descreveu a acidez, que mede a capacidade da água em resistir às mudanças de pH causadas pelas bases, sendo devida, por exemplo, à presença de gás carbônico (H_2CO_3) livre.

Portanto, a correspondência correta é I-D, II-A, III-C e IV-B, sendo a **alternativa A** o nosso gabarito.

39. (CS-UFG/PREFEITURA DE GOIANIRA-GO - 2019) A água que passa por camadas ferruginosas, na falta de oxigênio suficiente, dissolve sais de ferro sob forma de sais ferrosos. Quando, por exemplo, retirada de um poço, essa água apresenta o inconveniente de manchar roupa e pias, além de corroer as tubulações. Para a remoção deste ferro em águas de abastecimento público durante a elaboração do projeto da ETA, deve-se prever uma etapa anterior ao tratamento convencional constituída por

- a) adição de carvão ativado.
- b) simples aeração.
- c) filtração rápida.
- d) desinfecção.

Comentários



O enunciado da questão já sinalizou a resposta correta, porque afirmou que a dissolução dos sais ferrosos ocorre por falta de oxigênio suficiente. Destarte, uma aeração para promover a oxigenação da água deve resolver o problema, sendo a **alternativa B** o nosso gabarito. Vejamos os erros das demais.

A **alternativa A** está errada, visto que o carvão ativado é utilizado para remoção de compostos que conferem odor, gosto e toxicidade à água, como as cianotoxinas.

A **alternativa C** está errada, pois a filtração rápida visa a reter as impurezas, como microrganismos, ao longo do meio filtrante, ocorrendo progressiva colmatação (saturação) das camadas. Não se destina, pois, à aeração da massa líquida.

A **alternativa D** está errada, uma vez que a desinfecção promove a eliminação de microrganismos patogênicos, não a oxigenação da água.

40. (CS-UFG/PREFEITURA DE GOIANIRA-GO - 2019) As águas brutas utilizadas para abastecimento público possuem partículas finamente divididas em suspensão e partículas coloidais, necessitando de um tratamento químico capaz de propiciar sua deposição com um baixo período de detenção. Nessa etapa, geralmente são empregados o sulfato de alumínio ou o sulfato ferroso e é denominada como

- a) desinfecção.
- b) floculação.
- c) coagulação.
- d) filtração.

Comentários

As partículas coloidais não sedimentam sob a ação da gravidade devido a sua pequena dimensão e à carga negativa da superfície das partículas, que se repulsam entre si e evitam a formação de agregados. Desse modo, deve haver um processo denominado coagulação, que consiste na aplicação de produtos químicos cuja função é desestabilizar as partículas coloidais para que, juntamente com os precipitados e sólidos em suspensão, formem agregados de dimensões maiores (flocos).

Nesse contexto, para se conseguir a agregação das partículas dispersas, é necessário promover a redução ou eliminação da barreira de energia que envolve as partículas, o que é conseguido pela adição de agentes químicos coagulantes, como os sais de alumínio e de ferro (ex.: sulfato de alumínio e cloreto férrico).

Logo, a **alternativa C** está correta e é o nosso gabarito. Vejamos a incorreção das demais:

A **alternativa A** está errada, porque a desinfecção é a etapa destinada à remoção de organismos patogênicos por meio da adição de cloro, ozônio, radiação ultravioleta, entre outros.



A **alternativa B** foi considerada errada, pois a floculação está mais para uma consequência do processo de coagulação do que propriamente é o processo químico mencionado no enunciado. A floculação consiste em uma etapa de agitação lenta para que os flocos sejam formados.

A **alternativa D** está errada, considerando que a filtração consiste na passagem da água através do leito granular de unidades de filtração, compostas por pedras, areia, antracito, entre outros materiais.

41. (CS-UFG/SANEAGO-GO - 2018) O teor de gás carbônico livre na água deve ser controlado para evitar

- a) a alcalinização da água.
- b) a corrosão das estruturas metálicas.
- c) a proliferação de bactérias.
- d) a formação de poluentes orgânicos.

Comentários

O gás carbônico livre deve ser controlado para evitar a formação de gás carbônico, que confere acidez à água e pode provocar a corrosão das estruturas metálicas das tubulações.

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

42. (CS-UFG/SANEAGO-GO - 2018) O tratamento da água depende de uma sequência de processos antes de ser distribuída aos consumidores. Nesse tratamento, o processo de desinfecção ocorre após o processo de

- a) decantação.
- b) floculação.
- c) filtração.
- d) fluoretação.

Comentários

A desinfecção visa à remoção de microrganismos patogênicos não removidos nas etapas anteriores e ocorre após o processo de filtração. Assim, a **alternativa C** está correta e é o nosso gabarito.

43. (METROCAPITAL SOLUÇÕES/PREFEITURA DE NOVA ODESSA-SP - 2019) Analise a ilustração e as proposições que a ela se seguem. Após análise, marque a alternativa correta.

I - Na coagulação, as impurezas presentes na água são agrupadas pela ação do coagulante, em partículas maiores (flocos) que possam ser removidas pelo processo de decantação.

II - O agente coagulante utilizado na coagulação é o Sulfato de Cobre.



III - Na coagulação ocorre o fenômeno de agrupamento das impurezas presentes na água e, na floculação, a produção efetiva de flocos.



Fonte: https://www.saaeara.com.br/arquivos/outros/Tratamento_de_Agua.pdf

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

Comentários

A afirmativa I está correta, pois descreveu adequadamente o processo de coagulação.

A afirmativa II está errada, porque o sulfato de cobre não é utilizado como coagulante, mas como algicida. O nome do coagulante é sulfato de alumínio.

A afirmativa III está correta, porque também descreveu adequadamente os processos de coagulação e floculação.

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

44. (CESP-UFPA/UNIFESSPA - 2018) Para escolher os processos e operações apropriados para o tratamento de água, seja ela oriunda de manancial superficial ou subterrâneo, é necessário levar em conta diversos parâmetros gerais de qualidade da água bruta, dentre os quais, é possível destacar:

- a) pH, alcalinidade, dureza, turbidez, matéria orgânica natural, sólidos dissolvidos totais e oxigênio dissolvido.
- b) pH, alcalinidade, dureza, turbidez, matéria orgânica natural, sólidos dissolvidos totais e coagulação.



- c) pH, alcalinidade, dureza, turbidez, matéria orgânica natural, sólidos dissolvidos totais e floculação.
- d) pH, alcalinidade, dureza, turbidez, matéria orgânica natural, sólidos dissolvidos totais e flotação.
- e) pH, alcalinidade, dureza, turbidez, matéria orgânica natural, sólidos dissolvidos totais e decantação.

Comentários

Pessoal, questão bastante peculiar e, pode-se dizer, tranquila. Ela trouxe todas as alternativas praticamente iguais, somente mudando o último termo. Nas alternativas B, C, D e E o último termo corresponde a uma etapa do processo de tratamento de água, não a um parâmetro de qualidade da água.

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

45. (FUMARC/COPASA - 2018) Entre os vários parâmetros no controle da qualidade da água há alguns que estão relacionados ou têm por finalidade:

- 1) eliminar bactérias e outros microrganismos;**
- 2) prevenir contra corrosões ou entupimentos as tubulações do sistema de distribuição;**
- 3) ausência de limpidez.**

Esses parâmetros são:

- a) Cloro residual, pH e turbidez.
- b) Cloro, alcalinização e cor
- c) Flúor, pH e cor.
- d) Flúor, pH e turbidez

Comentários

Eliminar bactérias e outros microrganismos é uma função exercida pelo cloro adicionado nas etapas finais do tratamento de água.

A prevenção contra corrosões ou entupimentos as tubulações do sistema de distribuição é feita por meio da correção de pH para evitar que ele permaneça baixo.

A ausência de limpidez da água, isto é, o grau de interferência da passagem de luz através da água, é representado pela turbidez.

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

46. (FUMARC/COPASA - 2018) Um técnico anotou num papel a sequência das etapas que ocorrem num tratamento de água e numerou-os da seguinte maneira:

- 1 – floculação**
- 2 – coagulação**



3 – filtração

4 – decantação

5 – correção de pH

6 – desinfecção

7 – fluoretação

A sequência CORRETA das etapas de uma estação de tratamento de água é:

a) 2 – 1 – 4 – 3 – 6 – 7 – 5

b) 2 – 1 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7

c) 1 – 2 – 4 – 3 – 6 – 5 – 7

d) 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7

Comentários

Pessoal, as etapas finais do processo completo, quais sejam as de desinfecção, fluoretação e pós-alcalinização, podem ser realizadas em ordem diversa da que foi apresentada durante a aula, conforme mencionado.

É o caso desta questão, que cobrou a etapa de fluoretação por último, após a correção de pH. Então, a sequência correta ficaria: coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, correção de pH e fluoretação (fluorinação), o que corresponde a 2 - 1 - 4 - 3 - 6 - 5 - 7.

De qualquer maneira, era possível acertar sem se preocupar com as etapas finais do tratamento, uma vez que as primeiras 4 etapas (2 - 1 - 4 - 3) estão previstas apenas na **alternativa A**, nosso gabarito.

47. (FUMARC/COPASA - 2018) Em uma das etapas do tratamento de água, utiliza-se um material com intuito de desestabilizar as partículas, de modo que elas se combinem com as partículas de "impurezas" e formem os coágulos. O material que se presta a isso é o

a) Carbonato de sódio.

b) Hipoclorito de cálcio.

c) Permanganato de potássio.

d) Sulfato de alumínio.

Comentários

A questão menciona a etapa de coagulação, responsável por desestabilizar as partículas coloidais da água. Um dos coagulantes mais utilizados é o sulfato de alumínio - $Al_2(SO_4)_3$, sendo a **alternativa D** o nosso gabarito.



LISTA DE QUESTÕES

Tratamento de água

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

Na filtração em múltiplas etapas, o uso de mantas sintéticas em conjunto com areia fina é desaconselhado porque impede taxas de filtração maiores que as comumente utilizadas. Em lugar da manta sintética, recomenda-se o carvão ativo granular, que, quando associado à areia fina, favorece a remoção de matéria orgânica dissolvida.

2. (FGV/COMPESA - 2018) A desinfecção é o processo usado para destruir ou inativar organismos patogênicos, como vírus, fungos, bactérias e protozoários. Para esta etapa do tratamento de água, é possível o uso de calor, radiação ultravioleta ou tratamento químico. Um exemplo de tratamento químico é a cloração da água.

Assinale a opção que indica um agente de desinfecção por cloração.

- a) NaCl
 - b) NaClO
 - c) NaClO₂
 - d) NaClO₃
 - e) NaClO₄
3. (FGV/COMPESA - 2018) No processo de tratamento de águas, o uso de coagulantes é importante para garantir a remoção de espécies que causam cor e turbidez.

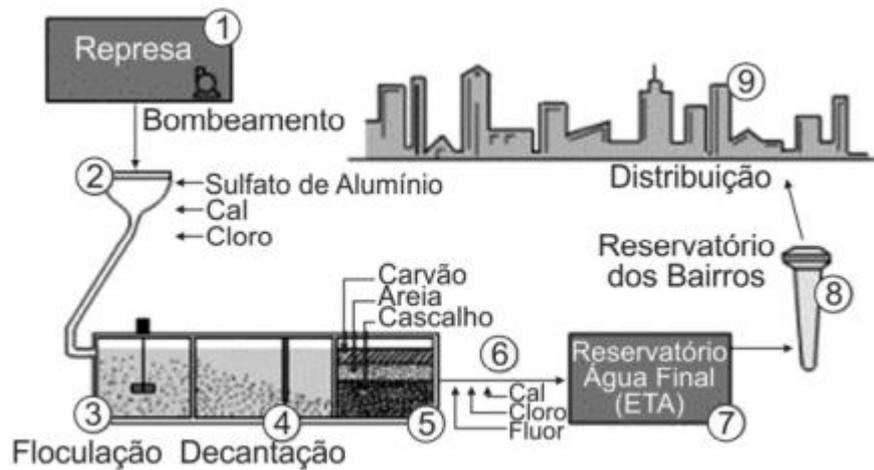
Assinale a opção que lista os agentes de coagulação comumente usados no tratamento de águas.

- a) Sulfato de alumínio, sulfato férrico e cloreto férrico.
 - b) Sulfato de alumínio, hidróxido de alumínio e acetato de polivinila.
 - c) Acetato de polivinila, cloreto de potássio e cloreto férrico.
 - d) Cloreto de polivinila, sulfato férrico e hidroxicloreto de alumínio.
 - e) Hidroxicloreto de alumínio, cloreto de potássio e policloreto de vinila.
4. (FGV/COMPESA - 2018) A aeração é um processo de transferência de gás usado no tratamento de água. Com a aeração, o oxigênio é dissolvido na água, o que leva à diminuição da concentração de espécies químicas, como
- a) os compostos orgânicos semivoláteis, o ferro dissolvido e H₂SO₄.
 - b) as bifenilas policloradas, CO₂ e CH₄.
 - c) o tolueno, o ferro dissolvido e o manganês dissolvido.



- d) os óleos e graxas, H_2S e os detergentes.
- e) o magnésio, o cálcio e os fosfatos.

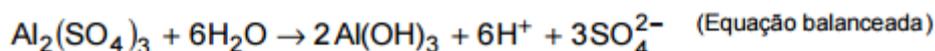
5. (FCC/SABESP-SP - 2018) Considere a imagem abaixo.



A fase de tratamento de água representada pelo número 5 é conhecida como:

- a) aeração.
 - b) coagulação.
 - c) filtração.
 - d) transmissão.
 - e) recalque.
6. (FCC/SABESP-SP - 2018) A utilização de produtos químicos, como por exemplo o sulfato de alumínio, para acelerar o processo de coagulação/flotação nos sistemas de tratamento tem como fundamental função reduzir
- a) turbidez e cor aparente.
 - b) DBO e DQO.
 - c) sólidos grosseiros e matéria orgânica.
 - d) pH e temperatura.
 - e) vazão e sedimentação.
7. (FCC/SABESP-SP - 2018) Dentre as várias substâncias químicas utilizadas no tratamento de água está o ácido fluossilícico (H_2SiF_6) que é adicionado a água tratada de distribuição pública. A finalidade da adição desta substância química à água tratada é a prevenção contra
- a) coliformes totais.
 - b) bactérias.
 - c) vírus.

- d) cáries.
e) coliformes fecais.
8. (FCC/SABESP-SP - 2018) O carvão ativado é empregado no tratamento de água para
- a) ajuste de pH.
b) oxidação.
c) desinfecção.
d) correção de odor e sabor.
e) controle da corrosão.
9. (FCC/SABESP-SP - 2018) No processo convencional de tratamento de água, a fase em que é adicionado sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outros compostos, seguida de uma agitação violenta da água, fazendo com que as partículas de sujeira fiquem eletricamente desestabilizadas e mais fáceis de agregar, denomina-se
- a) decantação.
b) floculação.
c) coagulação.
d) filtração.
e) pré-alcalinização.
10. (FCC/SABESP-SP - 2018) A utilização de sulfato de alumínio em meio aquoso na coagulação de partículas coloidais gera uma alteração no pH devido à liberação de íons H^+ , conforme mostra a equação abaixo:



Para corrigir esta alteração no pH é necessário acrescentar uma base à mistura. Das substâncias abaixo, uma base que pode ser adicionada no tratamento de água, é:

- a) Hidróxido de Chumbo ($Pb(OH)_2$).
b) Óxido de Cálcio (CaO).
c) Ácido Clorídrico (HCl).
d) Ácido Sulfúrico (H_2SO_4).
e) Sulfeto de Hidrogênio.
11. (FCC/SABESP-SP - 2018) O tratamento de água exige um complexo e extenso processo que envolve várias etapas e produtos químicos. Os produtos químicos utilizados no tratamento de água e suas finalidades, são respectivamente:
- a) Oxidação - cloro; Coagulação - cloreto férrico; Alcalinização - carbonato de sódio; Desinfecção - ozônio; Fluoretação - ácido fluorsilícico



b) Oxidação - cloreto férrico; Coagulação – ozônio; Alcalinização – cloro; Desinfecção - carbonato de Sódio; Fluoretação - ácido fluorsilícico

c) Oxidação – cloro; Coagulação - cloreto férrico; Alcalinização - carbonato de sódio; Desinfecção – ozônio; Fluoretação - ácido fluorídrico

d) Oxidação – ozônio; Coagulação – cloro; Alcalinização - carbonato de sódio; Desinfecção - cloreto férrico; Fluoretação - ácido fluorsilícico

e) Oxidação – cloro; Coagulação – ozônio; Alcalinização - carbonato de sódio; Desinfecção - cloreto férrico; Fluoretação - ácido fluorsilícico

12. (FCC/SABESP-SP - 2018) No tratamento convencional de águas de abastecimento, a

- a) desinfecção é anterior à filtração.
- b) filtração é posterior à sedimentação.
- c) coagulação é posterior à floculação.
- d) correção de pH antecede a desinfecção.
- e) fluoretação é posterior à correção de pH.

13. (FCC/SABESP-SP - 2018) Com relação aos produtos químicos utilizados em tratamento de água, o produto relacionado ao seu principal uso é, respectivamente:

- a) hipoclorito de cálcio – algicida.
- b) sulfato de cobre – oxidante.
- c) polímeros naturais – auxiliares de floculação.
- d) carbonato de sódio – adsorventes.
- e) cloreto férrico – alcalinizantes.

14. (FCC/SABESP-SP - 2018) Nas Estações de Tratamento de Água (ETAs) de ciclo completo podem ser utilizados muitos produtos químicos ao longo do tratamento. Nesse contexto, permanganato de potássio, ácido peracético e cloro são classificados como

- a) alcalinizantes.
- b) pré-oxidantes.
- c) coagulantes.
- d) desinfetantes.
- e) controladores de corrosão.

15. (FCC/SABESP-SP - 2018) Nos tratamentos de água para consumo humano há a necessidade de uso de produtos químicos.

Considere os produtos químicos abaixo:

I. H_2SO_4

II. $Al_2(SO_4)_3$



III. FeCl_3

IV. KMnO_4

São utilizados no tratamento de água APENAS

- a) I e IV.
 - b) I e II.
 - c) III e IV.
 - d) II e III.
 - e) II e IV.
16. (FCC/SABESP - 2018) O monitoramento de OD (oxigênio dissolvido), nas fases de captação da água e de seu tratamento, é importante porque
- a) a presença de oxigênio anula o gás carbônico, o que é benéfico à saúde humana.
 - b) é preciso garantir oxigênio para reagir com os produtos químicos usados no tratamento.
 - c) o oxigênio é utilizado por bactérias aeróbicas para a degradação da matéria orgânica.
 - d) o oxigênio presente na água aumenta a temperatura desta, o que pode afetar a vida aquática.
 - e) a redução da concentração de oxigênio é um indicador de boa qualidade da água.
17. (FCC/SABESP - 2018) Nas etapas de Coagulação e Pós-alkalinização do tratamento de água adicionam-se, respectivamente,
- a) sulfato de alumínio e cal.
 - b) cloreto de sódio e soda cáustica.
 - c) permanganato de potássio e cloro.
 - d) cloro e flúor.
 - e) bactérias anaeróbicas e fitoplâncton.
18. (FCC/SABESP - 2018) Na etapa de filtração ocorre a
- a) adição de cal ou soda.
 - b) remoção do gás carbônico.
 - c) adição de sulfato de alumínio.
 - d) remoção total das partículas de sujeira.
 - e) adição de flúor.
19. (FCC/SABESP - 2018) O sulfato de alumínio é usado para a etapa de
- a) coagulação.
 - b) pré-cloração.
 - c) decantação.



- d) desinfecção.
e) fluoretação.
20. (FCC/SABESP - 2018) O cloro é adicionado à água em tratamento nas fases de pré-cloração e desinfecção. Essas etapas têm o objetivo de, respectivamente,
- desestabilizar as partículas de sujeira e formar os flocos junto às partículas.
 - corrigir o pH e garantir cor transparente à água.
 - facilitar a retirada de matéria orgânica e metais e degradar bactérias e vírus.
 - possibilitar a decantação dos flocos e gerar oxigênio na água.
 - reduzir a chance de cáries e promover a remoção de partículas na água.
21. (FCC/SABESP - 2018) O Oxigênio Dissolvido (OD) é um parâmetro químico do tratamento da água relacionado
- ao sabor que confere à água.
 - à oxidação de tubulações, tornando-as frágeis e passíveis de ruptura e substituição periódica.
 - à reação dos produtos químicos usados para o tratamento de água.
 - à necessidade dos humanos e animais de usarem o oxigênio da água que bebem.
 - aos microrganismos aeróbicos, que usam oxigênio nos seus processos respiratórios.
22. (FCC/SABESP - 2018) Um dos parâmetros de qualidade da água é o pH. Sobre esse parâmetro, considere:
- O valor de pH é importante em diversas etapas do tratamento de água.
 - O pH baixo causa incrustações nas tubulações e peças de água de abastecimento.
 - Valores de pH afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática e microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico do esgoto.
 - Valores altos ou baixos de pH podem ser indicativos de presença de esgotos industriais.
- Está correto o que se afirma APENAS em
- II e IV.
 - I e III.
 - I e II.
 - II, III e IV.
 - I, III e IV.
23. (FCC/SABESP - 2018) A água tratada deve ser analisada quanto aos parâmetros físicos, químicos e biológicos. Dentre os parâmetros físicos, estão:
- sabor e odor, temperatura e acidez.
 - cor, odor, temperatura, pH e alcalinidade.



- c) cor, turbidez, sabor e odor e temperatura.
- d) dureza, cor, turbidez, ferro e manganês.
- e) cloretos, cor, turbidez e temperatura.

24. (FCC/SABESP - 2018) Considere:

I. Este processo consiste em colocar a água em contato estreito com uma fase gasosa (geralmente o ar) para transferir substâncias solúveis do ar para a água, aumentando seus teores de oxigênio e nitrogênio, e substâncias voláteis da água para o ar, permitindo a remoção do gás carbônico em excesso, do gás sulfídrico, do cloro, metano e substâncias aromáticas voláteis, assim como, proporcionar a oxidação e precipitação de compostos indesejáveis, tais como ferro e manganês. A aeração pode ser por gravidade, aspersão, difusão de ar ou forçada.

(Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~bdta/f-aeracao.htm>)

II. A água ainda contém impurezas que não foram completamente sedimentadas ou flotadas nos processos de decantação ou de flotação. Para isso, ela passa por equipamentos constituídos por camadas que tem como função reter a sujeira restante.

Adaptado:

http://www.copasa.com.br/media2/PesquisaEscolar/COPASA_TratamentoDeAgua.pdf

Os equipamentos utilizados nos processos descritos nos itens I e II são, respectivamente,

- a) filtros e decantadores.
 - b) difusores e filtros.
 - c) difusores e decantadores.
 - d) flotadores e separadores.
 - e) separadores e flotadores.
- 25. (FCC/SABESP - 2018) As estações de tratamento de água são verdadeiras indústrias do ponto de vista de processos. São necessários vários processos para eliminação das impurezas que estão cada vez mais presentes nos mananciais. Entre os processos existentes e essenciais no tratamento de água está a filtração para retirada de impurezas como, por exemplo, pesticidas e outros compostos orgânicos.**
- Para a eficácia na retirada destas impurezas recomenda-se o uso de filtro
- a) de areia e cascalho.
 - b) UASB.
 - c) de carvão ativado.
 - d) manga.
 - e) prensa.
- 26. (FCC/SABESP - 2018) É a primeira unidade do sistema de abastecimento de água. Responsável por coletar de modo adequado a água do manancial, também chamada de água bruta.**



Esta afirmação refere-se a

- a) captação.
- b) adutora.
- c) rede de distribuição.
- d) estação elevatória.
- e) filtro.

27. (FCC/SABESP - 2018) O processo convencional de tratamento de água é dividido nas etapas: pré-cloração, pré-alkalinização, coagulação, floculação, decantação, filtração, pós-alkalinização, desinfecção e fluoretação. Na etapa de

- a) floculação, a água passa por grandes tanques para separar os flocos de sujeira.
- b) pré e na etapa de pós-alkalinização são feitas correções de pH para ajuste de valores exigidos em etapas seguintes.
- c) coagulação é adicionado sulfato de alumínio ou cloreto férrico e, em seguida, é realizada uma agitação violenta da água para agregar partículas.
- d) desinfecção são adicionados cloro e flúor que garantem que a água fornecida chegue isenta de bactérias e vírus nas casas dos consumidores.
- e) decantação, a água atravessa tanques formados por pedras, areia e carvão antracito, retendo a sujeira restante das outras fases.

28. (FCC/SABESP - 2018) No tratamento convencional da água em uma Estação de Tratamento de Água (ETA), o processo de clarificação da água inclui as seguintes etapas:

- a) cloração e fluoretação.
- b) floculação e fluoretação.
- c) fluoretação e decantação.
- d) floculação e decantação.
- e) filtração e fluoretação.

29. (FCC/SABESP - 2018) O ácido fluossilícico ou ácido hexafluossilícico (H_2SiF_6) é um composto químico que é utilizado no tratamento de água para consumo humano e que tem vital importância para a saúde humana, atuando na

- a) proteção contra bactérias.
- b) proteção contra vírus.
- c) proteção contra cáries.
- d) remoção de nutrientes.
- e) remoção de sólidos grosseiros.

30. (FCC/SABESP - 2018) Nos sistemas de tratamento de água acontecem etapas que envolvem processos químicos e físicos. A adição de produtos químicos contribui para tornar a água potável.



Entre os possíveis produtos químicos estão os polímeros, que podem ser catiônicos, aniônicos ou neutros, dependendo da característica química da água a ser tratada. A etapa do tratamento em que esses polímeros são usados é a

- a) desinfecção.
 - b) filtração.
 - c) decantação.
 - d) floculação.
 - e) fluoretação.
31. (UFFRJ/UFRRJ- 2019) O objetivo do processo de desinfecção no tratamento de água para o abastecimento é o(a)
- a) decaimento da turbidez.
 - b) controle de sabor e odor.
 - c) proteção da cárie dentária infantil.
 - d) remoção de microrganismos patogênicos.
 - e) redução da dureza.
32. (UFFRJ/UFRRJ- 2019) Os parâmetros de qualidade da água podem ser divididos em físicos, químicos e biológicos. Assinale a alternativa que representa parâmetros químicos.
- a) Turbidez, matéria orgânica e micropoluentes orgânicos.
 - b) Cloretos, algas e dureza.
 - c) Alcalinidade, metais e cor.
 - d) Acidez, dureza e nitrogênio.
 - e) Sabor, oxigênio dissolvido e pH.
33. (UFFRJ/UFRRJ- 2019) A etapa de clarificação constitui-se como um conjunto de operações unitárias no tratamento de águas para abastecimento. Assinale a alternativa que constitui uma operação da etapa de clarificação, conceitualmente adequada.
- a) Na etapa de coagulação ocorre a estabilização dos coloides presentes na água, permitindo assim que eles posteriormente se aglutinem, formando flocos.
 - b) Na floculação ocorre a formação de flocos, mediante a introdução de energia na massa líquida, capaz de favorecer o contato entre os coloides estabilizados e permitir sua aglutinação.
 - c) O nitrato de cálcio se destaca como coagulante largamente utilizado no processo de coagulação.
 - d) Os filtros utilizados no processo de filtração podem ser classificados em função do sentido do fluxo e em função da velocidade.
 - e) A filtração de fluxo ascendente é recomendada para água bruta com alta turbidez.
34. (UFFRJ/UFRRJ- 2019) Considere a passagem a seguir:



“Os cátions mais frequentes associados a este parâmetro são os cátions bivalentes Ca^{2+} e Mg^{2+} e em condições de supersaturação reagem com ânions na água, formando precipitados.”

Assinale a alternativa correspondente ao parâmetro de qualidade da água descrito no texto.

- a) Potencial Hidrogeniônico.
- b) Alcalinidade.
- c) Dureza.
- d) Acidez.
- e) Oxigênio dissolvido.

35. (QUADRIX/PREFEITURA DE CRISTALINA-GO - 2019) O fluxograma do tratamento de água para consumo humano em ciclo completo, realizado em estações de tratamento de águas (ETA), é composto pelas etapas de: pré-tratamento; coagulação; floculação; decantação; filtração rápida descendente; e desinfecção/fluoreação/correção do pH. Em relação a esse tema, assinale a alternativa correta.

a) A floculação, que tem como objetivo a formação de flocos, ocorre na unidade de mistura rápida, que pode ser hidráulica ou mecanizada.

b) Na filtração rápida descendente, observa-se a retenção das impurezas nas camadas que compõem o meio filtrante e a formação de uma camada superficial de biofilme, composto por uma diversidade de microrganismos.

c) As partículas coloidais presentes na água apresentam elevada velocidade de sedimentação e, por isso, há a necessidade de coagulação e floculação antes de sua remoção por meio da sedimentação.

d) A interrupção de uma carreira de filtração ocorre quando são observados valores de turbidez menores na água filtrada e perda de carga total igual à carga hidráulica disponível.

e) A coagulação é um processo resultante da ação de quatro mecanismos, que podem ocorrer individualmente ou combinados: compressão da dupla camada elétrica; adsorção e neutralização de cargas; varredura e adsorção; e formação de pontes.

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

- a) captação.
- b) adução.
- c) reservação
- d) distribuição.
- e) tratamento.

37. (QUADRIX/PREFEITURA DE JATAÍ-GO - 2019) O tratamento de água consiste em melhorar suas características organolépticas, físicas, químicas e bacteriológicas, a fim de que se torne adequada ao consumo humano.



O processo físico-químico no qual as partículas coloidais são removidas da fase líquida mediante sua percolação por um meio granular, garantindo-se a produção de água filtrada com características estéticas adequadas aos fins de potabilidade é denominado

- a) sedimentação gravitacional.
- b) filtração.
- c) flotação.
- d) floculação.
- e) desinfecção.

38. (IBFC/IDAM - 2019) A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros que traduzem suas principais características, químicas, físicas e biológicas. Usa-se parâmetros gerais para caracterizar águas de abastecimento, águas residuárias, mananciais e corpos receptores. Abaixo encontra-se um bloco com os alguns parâmetros usados para caracterizar a qualidade da água (com itens ordenados de I a IV) e outro bloco com as descrições dos parâmetros (com itens ordenados de A a D). Relacione as informações dos dois blocos e assinale a alternativa que contenha a correlação correta.

I. acidez

II. alcalinidade

III. dureza

IV. turbidez

A . Quantidade de íons na água que reagem para neutralizar os íons hidrogênio. Os principais constituintes são sólidos dissolvidos: bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e hidróxidos (OH^-).

B. Representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água. São constituídos por sólidos em suspensão.

C. Concentração de cátions multimetálicos em solução. Em condições de supersaturação, esses cátions reagem com ânions da água, formando precipitados, constituídos por sólidos dissolvidos.

D. Capacidade da água em resistir às mudanças de pH causadas pelas bases. É devida à presença de gás carbônico livre.

- a) I-D; II-A; III-C; IV-B
- b) I-A; II-C; III-D; IV-B
- c) I-B; II-A; III-D; IV-C
- d) I-D; II-C; III-A; IV-B

39. (CS-UFG/PREFEITURA DE GOIANIRA-GO - 2019) A água que passa por camadas ferruginosas, na falta de oxigênio suficiente, dissolve sais de ferro sob forma de sais ferrosos. Quando, por exemplo, retirada de um poço, essa água apresenta o inconveniente de manchar roupa e pias,



além de corroer as tubulações. Para a remoção deste ferro em águas de abastecimento público durante a elaboração do projeto da ETA, deve-se prever uma etapa anterior ao tratamento convencional constituída por

- a) adição de carvão ativado.
- b) simples aeração.
- c) filtração rápida.
- d) desinfecção.

40. (CS-UFG/PREFEITURA DE GOIANIRA-GO - 2019) As águas brutas utilizadas para abastecimento público possuem partículas finamente divididas em suspensão e partículas coloidais, necessitando de um tratamento químico capaz de propiciar sua deposição com um baixo período de detenção. Nessa etapa, geralmente são empregados o sulfato de alumínio ou o sulfato ferroso e é denominada como

- a) desinfecção.
- b) floculação.
- c) coagulação.
- d) filtração.

41. (CS-UFG/SANEAGO-GO - 2018) O teor de gás carbônico livre na água deve ser controlado para evitar

- a) a alcalinização da água.
- b) a corrosão das estruturas metálicas.
- c) a proliferação de bactérias.
- d) a formação de poluentes orgânicos.

42. (CS-UFG/SANEAGO-GO - 2018) O tratamento da água depende de uma sequência de processos antes de ser distribuída aos consumidores. Nesse tratamento, o processo de desinfecção ocorre após o processo de

- a) decantação.
- b) floculação.
- c) filtração.
- d) fluoretação.

43. (METROCAPITAL SOLUÇÕES/PREFEITURA DE NOVA ODESSA-SP - 2019) Analise a ilustração e as proposições que a ela se seguem. Após análise, marque a alternativa correta.

I - Na coagulação, as impurezas presentes na água são agrupadas pela ação do coagulante, em partículas maiores (flocos) que possam ser removidas pelo processo de decantação.

II - O agente coagulante utilizado na coagulação é o Sulfato de Cobre.



III - Na coagulação ocorre o fenômeno de agrupamento das impurezas presentes na água e, na floculação, a produção efetiva de flocos.



Fonte: https://www.saaeara.com.br/arquivos/outros/Tratamento_de_Agua.pdf

- a) Apenas a I está correta.
 - b) Apenas I e III estão corretas.
 - c) Apenas a III está correta.
 - d) Apenas a II está correta.
 - e) I, II e III estão corretas.
44. (CESP-UFPA/UNIFESSPA - 2018) Para escolher os processos e operações apropriados para o tratamento de água, seja ela oriunda de manancial superficial ou subterrâneo, é necessário levar em conta diversos parâmetros gerais de qualidade da água bruta, dentre os quais, é possível destacar:
- a) pH, alcalinidade, dureza, turbidez, matéria orgânica natural, sólidos dissolvidos totais e oxigênio dissolvido.
 - b) pH, alcalinidade, dureza, turbidez, matéria orgânica natural, sólidos dissolvidos totais e coagulação.
 - c) pH, alcalinidade, dureza, turbidez, matéria orgânica natural, sólidos dissolvidos totais e floculação.
 - d) pH, alcalinidade, dureza, turbidez, matéria orgânica natural, sólidos dissolvidos totais e flotação.
 - e) pH, alcalinidade, dureza, turbidez, matéria orgânica natural, sólidos dissolvidos totais e decantação.
45. (FUMARC/COPASA - 2018) Entre os vários parâmetros no controle da qualidade da água há alguns que estão relacionados ou têm por finalidade:
- 1) eliminar bactérias e outros microrganismos;
 - 2) prevenir contra corrosões ou entupimentos as tubulações do sistema de distribuição;
 - 3) ausência de limpidez.

Esses parâmetros são:



- a) Cloro residual, pH e turbidez.
- b) Cloro, alcalinização e cor
- c) Flúor, pH e cor.
- d) Flúor, pH e turbidez

46. (FUMARC/COPASA - 2018) Um técnico anotou num papel a sequência das etapas que ocorrem num tratamento de água e numerou-os da seguinte maneira:

- 1 – floculação
- 2 – coagulação
- 3 – filtração
- 4 – decantação
- 5 – correção de pH
- 6 – desinfecção
- 7 – fluoretação

A sequência CORRETA das etapas de uma estação de tratamento de água é:

- a) 2 – 1 – 4 – 3 – 6 – 7 – 5
- b) 2 – 1 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7
- c) 1 – 2 – 4 – 3 – 6 – 5 – 7
- d) 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7

47. (FUMARC/COPASA - 2018) Em uma das etapas do tratamento de água, utiliza-se um material com intuito de desestabilizar as partículas, de modo que elas se combinem com as partículas de "impurezas" e formem os coágulos. O material que se presta a isso é o

- a) Carbonato de sódio.
- b) Hipoclorito de cálcio.
- c) Permanganato de potássio.
- d) Sulfato de alumínio.



GABARITO



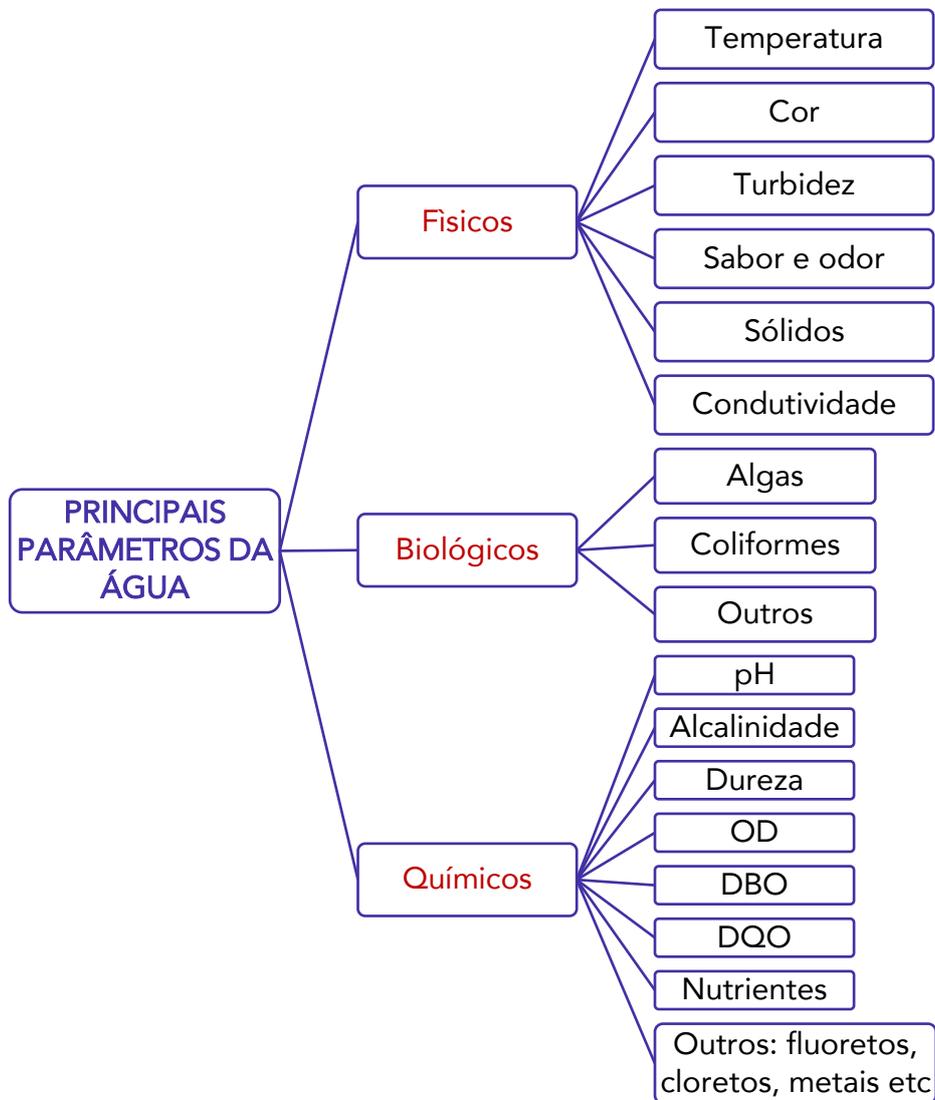
GABARITO

- | | | |
|-----------|-------|-------|
| 1. ERRADA | 18. D | 35. E |
| 2. B | 19. A | 36. B |
| 3. A | 20. C | 37. B |
| 4. C | 21. E | 38. A |
| 5. C | 22. E | 39. B |
| 6. A | 23. C | 40. C |
| 7. D | 24. B | 41. B |
| 8. D | 25. C | 42. C |
| 9. C | 26. A | 43. B |
| 10. B | 27. C | 44. A |
| 11. A | 28. D | 45. A |
| 12. B | 29. C | 46. A |
| 13. C | 30. D | 47. D |
| 14. B | 31. D | |
| 15. D | 32. D | |
| 16. C | 33. D | |
| 17. A | 34. C | |



RESUMO

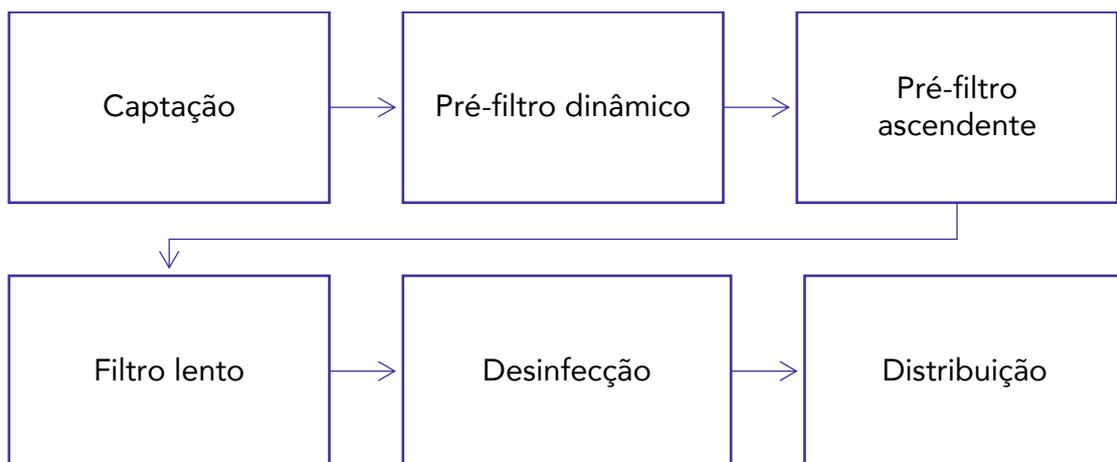
○ Parâmetros da água



○ Etapas do tratamento de água completo



○ Etapas do tratamento de água com filtração em múltiplas etapas



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.