

## **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 .....	7
2.2.1 - Captação, bombeamento e adução.....	7
2.2.2 - Pré-oxidação e pré-cloração.....	8
2.2.3 - Coagulação .....	8
2.2.4 - Floculação .....	9
2.2.5 - Sedimentação .....	10
2.2.6 - Flotação.....	11
2.2.7- Filtração .....	11
2.2.8 - Desinfecção.....	13
2.2.9 - Fluoração.....	14
2.2.10 - Correção final do pH/pós-alcalinização .....	14
2.3 - Outros procedimentos.....	15
Considerações Finais.....	18
Questões Comentadas.....	19
Tratamento de água.....	19



Gabarito ..... 35



## 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

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 °C, o que se denomina **DBO<sub>5,20</sub>**.
- » **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 e 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** ( $\text{ClO}_2$ ), 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** ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), o **permanganato de potássio** ( $\text{KMnO}_4$ ), 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 -  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , cloreto férrico -  $\text{FeCl}_3$ , sulfato férrico -  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  e sulfato ferroso -  $\text{FeSO}_4$ ).



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** -  $\text{CaCO}_3$  -, o **bicarbonato de cálcio** -  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , o **carbonato de sódio** ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) - ou o **óxido de cálcio** -  $\text{CaO}$ , 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 - Floculação

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 floculação, 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 floculação: 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 fluoreação.

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** -  $\text{Cl}_2$  -, **hipoclorito de cálcio** -  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  -, **hipoclorito de sódio** -  $\text{NaClO}$  - ou **dióxido de cloro** -  $\text{ClO}_2$ .

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 fluossilícico ou hexafluossilícico** ( $H_2SiF_6$ ) o **fluossilicato 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.

Vejam 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.

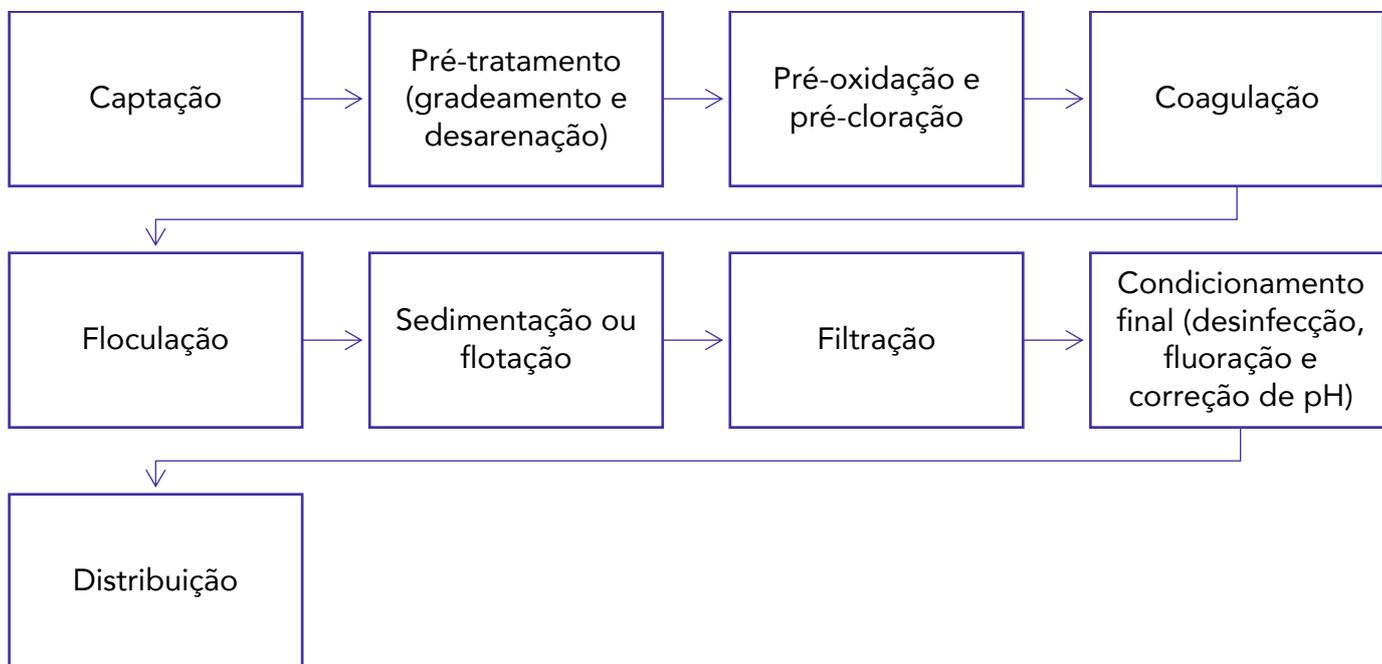
- » **Adsorção:** processo que permite a remoção de diversos compostos que podem conferir características como **odor**, **gosto** e **toxicidade** à água, como os agrotóxicos, cianotoxinas e outros compostos orgânicos. O adsorvente mais utilizado no tratamento de águas é o **carvão ativado**, que pode 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, floração 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 fluoração).

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



## 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) NaClO<sub>2</sub>
- d) NaClO<sub>3</sub>
- e) NaClO<sub>4</sub>

#### 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 ( $\text{Cl}_2$ ), hipoclorito de sódio, hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ) ou dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ).

Observe que a questão basicamente exigia que se soubesse a fórmula molecular do hipoclorito de sódio ( $\text{NaClO}$ ). 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 colóides 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  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- b) as bifenilas policloradas,  $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$ .
- c) o tolueno, o ferro dissolvido e o manganês dissolvido.
- d) os óleos e graxas,  $\text{H}_2\text{S}$  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  $H_2SO_4$ .

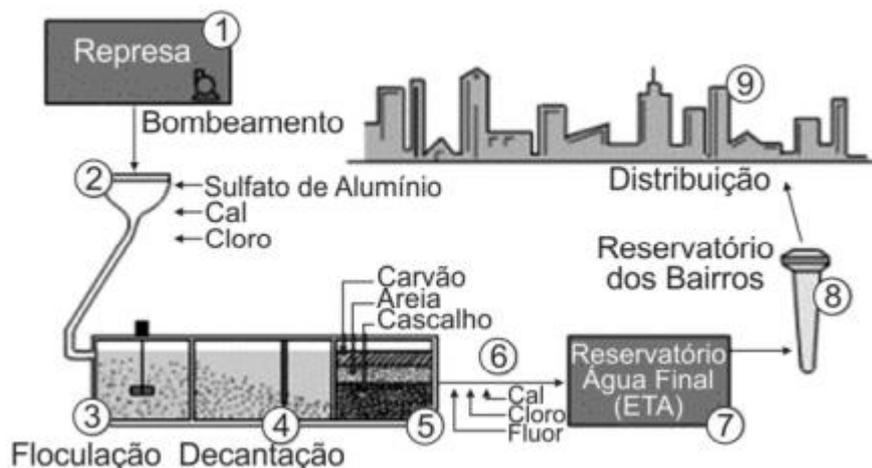
A **alternativa B** está errada, uma vez que as bifenilas policloradas (PCBs) são moléculas que sofrem pouca volatilização e não são facilmente removidas por processos aeradores.

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

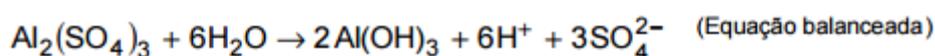
Conforme estudamos, é a coagulação que consiste na aplicação de produtos químicos coagulantes com têm a função de desestabilizar as partículas coloidais para que, juntamente com os precipitados e sólidos em suspensão, formem agregados de dimensões maiores (flocos). Logo, a **alternativa C** está correta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

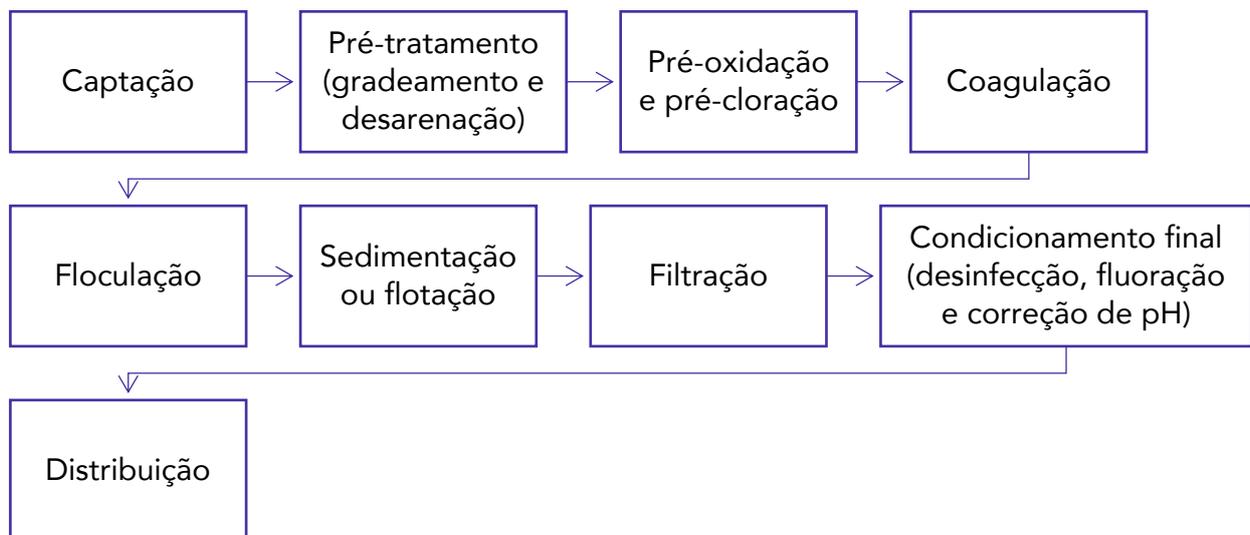
A **alternativa E** está errada, pois o ozônio não é utilizado para coagulação e o cloreto férrico não é utilizado para desinfecção.

**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 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 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 ( $\text{ClO}_2$ ), 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 ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), o permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ), 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.  $\text{H}_2\text{SO}_4$

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

III.  $\text{FeCl}_3$

IV.  $\text{KMnO}_4$

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  $\text{KMnO}_4$  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](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.



## GABARITO



## GABARITO

- |           |       |       |
|-----------|-------|-------|
| 1. ERRADA | 11. A | 21. E |
| 2. B      | 12. B | 22. E |
| 3. A      | 13. C | 23. C |
| 4. C      | 14. B | 24. B |
| 5. C      | 15. D | 25. C |
| 6. A      | 16. C |       |
| 7. D      | 17. A |       |
| 8. D      | 18. D |       |
| 9. C      | 19. A |       |
| 10. B     | 20. C |       |



# 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.