

SUMÁRIO

LÍNGUA PORTUGUESA.....	9
■ COMPREENSÃO E INTERPRETAÇÃO DE TEXTO.....	9
■ TIPOLOGIA E GÊNEROS TEXTUAIS.....	11
■ FIGURAS DE LINGUAGEM.....	19
■ SIGNIFICAÇÃO DE PALAVRAS E EXPRESSÕES.....	22
RELAÇÕES DE SINONÍMIA E DE ANTONÍMIA.....	22
■ ORTOGRAFIA.....	24
ACENTUAÇÃO GRÁFICA.....	25
■ USO DA CRASE.....	25
■ MORFOLOGIA: CLASSES DE PALAVRAS VARIÁVEIS E INVARIÁVEIS E SEUS EMPREGOS NO TEXTO.....	27
LOCUÇÕES VERBAIS (PERÍFRASES VERBAIS).....	39
■ FUNÇÕES DO “QUE” E DO “SE”.....	47
■ ELEMENTOS DE COMUNICAÇÃO E FUNÇÕES DA LINGUAGEM.....	48
■ DOMÍNIO DOS MECANISMOS DE COERÊNCIA TEXTUAL.....	48
■ DOMÍNIO DOS MECANISMOS DE COESÃO TEXTUAL: EMPREGO DE ELEMENTOS DE REFERENCIAÇÃO, SUBSTITUIÇÃO E REPETIÇÃO, DE CONECTORES E DE OUTROS ELEMENTOS DE SEQUENCIAÇÃO TEXTUAL.....	49
EMPREGO DE TEMPOS E MODOS VERBAIS.....	53
■ REESCRITA DE FRASES E PARÁGRAFOS DO TEXTO.....	53
SIGNIFICAÇÃO DAS PALAVRAS.....	53
SUBSTITUIÇÃO DE PALAVRAS OU DE TRECHOS DE TEXTO.....	55
REORGANIZAÇÃO DA ESTRUTURA DE ORAÇÕES E DE PERÍODOS DO TEXTO.....	55
REESCRITA DE TEXTOS DE DIFERENTES GÊNEROS E NÍVEIS DE FORMALIDADE.....	56
■ SINTAXE.....	58
■ CONCORDÂNCIA VERBAL E NOMINAL.....	67
■ REGÊNCIA VERBAL E NOMINAL.....	72
■ COLOCAÇÃO PRONOMINAL.....	74

■ EMPREGO DOS SINAIS DE PONTUAÇÃO E SUA FUNÇÃO NO TEXTO	74
■ FUNÇÃO TEXTUAL DOS VOCÁBULOS	77
■ VARIAÇÃO LINGUÍSTICA	77
■ REDAÇÃO DISCURSIVA	78
INFORMÁTICA	115
■ CONCEITOS E FUNDAMENTOS BÁSICOS	115
CONCEITOS BÁSICOS DE HARDWARE (PLACA-MÃE, MEMÓRIAS, PROCESSADORES (CPU) E DISCO DE ARMAZENAMENTO HDS, CDS E DVDS).....	119
PERIFÉRICOS DE COMPUTADORES	121
■ CONHECIMENTO E UTILIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS SOFTWARES UTILITÁRIOS (COMPACTADORES DE ARQUIVOS, CHAT, CLIENTES DE E-MAILS, REPRODUTORES DE VÍDEO, VISUALIZADORES DE IMAGEM, ANTIVÍRUS)	123
■ BACKUP DE ARQUIVOS	130
■ AMBIENTES OPERACIONAIS: UTILIZAÇÃO DOS SISTEMAS OPERACIONAIS WINDOWS 7 E WINDOWS 10	136
IDENTIFICAÇÃO E MANIPULAÇÃO DE ARQUIVOS	147
■ CONCEITOS BÁSICOS SOBRE LINUX E SOFTWARE LIVRE	158
■ UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE TEXTO, PLANILHA E APRESENTAÇÃO DO PACOTE MICROSOFT OFFICE (WORD, EXCEL E POWERPOINT) - VERSÕES 2010, 2013 E 2016.....	164
■ UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE TEXTO, PLANILHA E APRESENTAÇÃO DO PACOTE LIBREOFFICE (WRITER, CALC E IMPRESS) - VERSÕES 5 E 6.....	195
■ UTILIZAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DE E-MAIL NO MICROSOFT OUTLOOK	207
■ CONCEITOS DE TECNOLOGIAS RELACIONADAS À INTERNET E INTRANET, BUSCA E PESQUISA NA WEB, MECANISMOS DE BUSCA NA WEB	210
■ NAVEGADORES DE INTERNET: INTERNET EXPLORER, MOZILLA FIREFOX, GOOGLE CHROME.....	214
■ SEGURANÇA NA INTERNET, VÍRUS DE COMPUTADORES, SPYWARE, MALWARE, PHISHING E SPAM	215
■ TRANSFERÊNCIA DE ARQUIVOS PELA INTERNET	226
RACIOCÍNIO LÓGICO E MATEMÁTICO.....	231
■ RACIOCÍNIO LÓGICO E MATEMÁTICO	231

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ENVOLVENDO FRAÇÕES	231
CONJUNTOS	232
PORCENTAGENS	237
SEQUÊNCIAS (COM NÚMEROS, COM FIGURAS, DE PALAVRAS).....	239
PROPOSIÇÕES, CONECTIVOS, EQUIVALÊNCIA E IMPLICAÇÃO LÓGICA, ARGUMENTOS VÁLIDOS.....	244
CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS.....	263
NOÇÕES DO PROCESSO DE ABASTECIMENTO: MANANCIAS(TIPOS), CAPTAÇÃO, ADUÇÃO, TRATAMENTO, RESERVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	263
NOÇÕES DE COLETA, TRANSPORTE, TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE ESGOTO.....	268
NOÇÕES DE COLETA E ANÁLISE DE ROTINAS TAIS COMO: PH, TURBIDEZ, CLORO, COR, FLÚOR, TEMPERATURA, SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS E ENSAIO DE FLOCULAÇÃO.....	271
EQUIPAMENTOS, REAGENTES E VIDRARIA.....	275
DIFERENTES FORMAS DE MEDIÇÃO DE VAZÕES (VERTEDORES, CALHA PARSHALL, HIDRÔMETROS, ROTÂMETROS E MACRO MEDIDORES).....	280
NOÇÕES DOS TIPOS DE TECNOLOGIAS EMPREGADAS NO TRATAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO.....	285
NOÇÕES DE PROCESSOS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS EM ETES E ETAS.....	291
NOÇÕES BÁSICAS DE HIDRÁULICA.....	294
NOÇÕES BÁSICAS DE SISTEMAS DE BOMBEAMENTO (BOMBAS DOSADORAS, CENTRÍFUGAS, SUBMERSIVA).....	296
CONHECIMENTOS BÁSICOS DE ELETRICIDADE E MECÂNICA (QUADROS ELÉTRICOS, BOMBAS E MOTORES).....	299
NOÇÕES BÁSICAS DE MEIO AMBIENTE: CONSERVAÇÃO E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL, TIPOS DE MANANCIAS E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	306
NORMAS REGULAMENTADORAS DE SEGURANÇA DO TRABALHO NO MANUSEIO DE PRODUTOS QUÍMICOS, NO TRANSPORTE DE MATERIAIS E NA ERGONOMIA.....	309
CONCEITO DE SEGURANÇA DO TRABALHO: EPI'S E EPC'S, ESPAÇO CONFINADO, TRABALHO EM ALTURA, APP, PT, AUTORIZAÇÃO PARA O TRABALHO	313
NOÇÕES DE HIGIENE E LIMPEZA	314
PORTARIA GM/MS-Nº 888 DE-4 DE MAIO DE 2021	316
CONAMA N° 357, DE 2005	316
CONAMA N° 430, DE 2011	336

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

NOÇÕES DO PROCESSO DE ABASTECIMENTO: MANANCIAIS(TIPOS), CAPTAÇÃO, ADUÇÃO, TRATAMENTO, RESERVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

UNIDADES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

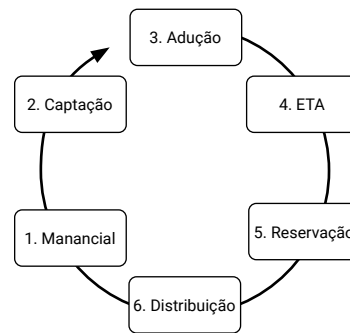
O Sistema de Abastecimento de Água para o consumo humano (SAA) é definido pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, como sendo uma instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição. Dentro desse Sistema, a Estação de Tratamento de Água (ETA) apresenta-se como um conjunto de instalações e equipamentos destinados a obter água para o consumo humano, em conformidade com os parâmetros de potabilidade estabelecidos por meio de legislação específica. No Brasil, essa normatização é realizada, atualmente, pela referida Portaria.

Cumpra destacar que as ETAs têm papel fundamental no Sistema de Abastecimento, uma vez que realizam a transformação da água bruta (*in natura*), que é captada dos mananciais, em água própria para o consumo humano. As unidades de tratamento de água são constituídas por sistemas unitários que funcionam de modo organizado e eficiente. Além disso, o conjunto de instalações e equipamentos são dimensionados e implementados de modo harmônico e controlado, para satisfazer a demanda operacional de produção de água potável (água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido na Portaria GM/MS nº 888 e que não ofereça riscos à saúde), visando ao abastecimento populacional em pequena, média e grande escalas. Ainda, os projetos de engenharia são desenvolvidos e implementados com o objetivo de atender a realidade local, levando em consideração o tipo de água a ser tratada, isto é, a classe do manancial, de acordo com a classificação apresentada pela Resolução do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, além de aspectos econômicos, sociais, entre outros.

Há, pois, vários tipos de unidades de tratamento, os quais são empregados em todo o mundo. Neste tópico, daremos ênfase aos modelos mais utilizados dentro da realidade do país, principalmente os que são comumente cobrados em provas de concursos públicos.

FASES DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO

O sistema de abastecimento de água é composto por cinco fases, quais sejam: manancial, captação, adução, tratamento, reservação e distribuição, conforme a ilustração a seguir.



Fonte: Nova Concursos.

Manancial

Consiste na fonte da qual a água bruta é retirada. O manancial pode ser superficial (ex.: rio, lago, represa) ou, ainda, subterrânea (ex.: aquífero, poço artesiano).

Captação

A captação é o ponto de retirada da água bruta do manancial. Trata-se de um sistema composto por instalações eletromecânicas, constituído por conjuntos motor-bomba ou, até mesmo, gravimétrico (ponto de retirada mais alto do que a ETA).

Na fase de captação, ocorre a primeira retirada de impurezas da água por meio de grades e telas para a retirada de materiais grosseiros.

Adução

Consiste no transporte da água bruta do manancial até a estação de tratamento de água; são as tubulações de grande diâmetro as quais a água percorre até a ETA.

A condução da água bruta pode ser realizada por recalque (sistema de bombeamento através de um conjunto motor-bomba), gravidade (transporte de um ponto mais alto para um ponto mais baixo) ou mista (uma parte do percurso é feito por recalque e o outro, por gravidade). Neste ponto, cumpre destacar que Estações Elevatórias de Água Bruta (EEAB) são as unidades implantadas para fazer a adução da água por recalque.

Tratamento

Conjunto de instalações e infraestrutura capaz de transformar a matéria-prima água bruta (água imprópria para o consumo humano) em água tratada própria para o consumo humano, considerando os aspectos físicos, químicos e biológicos da água, bem como seus parâmetros de qualidade.

Reservação

Consiste no armazenamento da água pós-tratada, tendo em vista o armazenamento de uma certa quantidade para fazer análises físico-químicas e bacteriológicas de rotina, manutenção da pressão mínima na rede de distribuição, entre outras finalidades.

Rede de Distribuição

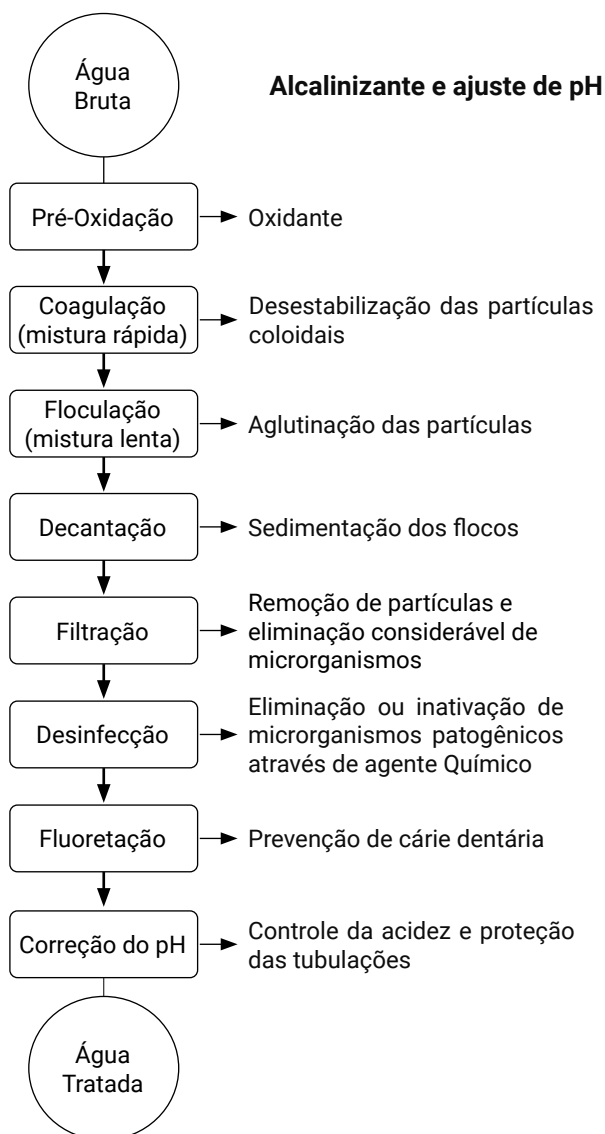
Sistema de transporte, por meio de adutoras, tubulações e encanamentos, de água tratada dos reservatórios para a população. Essa água é direcionada para zonas específicas da cidade — para partes baixas por gravidade e para partes média alta e alta por recalque, usando conjuntos motor-bomba.

Conforme já mencionado, as Estações Elevatórias de Água Tratada (EEAT) são as unidades implantadas para fazer a adução da água tratada por recalque. Além disso, são instalados registros ao longo da rede de distribuição, para efetuarem manobras relacionadas ao direcionamento da água para determinados bairros, zonas e localidades. Registros de descarga também são instalados para auxiliar na limpeza periódica das tubulações.

ETAPAS DO TRATAMENTO DE ÁGUA

Segundo Di Bernardo (1999), o sistema de tratamento de água de ciclo completo (convencional), para fins de abastecimento doméstico, é composto de várias etapas, seguindo esta sequência: pré-oxidação, coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção do pH. O fluxograma a seguir apresenta essa sequência e algumas informações adicionais. Os tópicos subsequentes apresentam as principais características de cada etapa do tratamento de água e os aspectos relevantes dos compartimentos que constituem as partes da ETA.

Tratamento de Água Convencional



Pré-Oxidação

A fase de pré-oxidação consiste na adição de um agente oxidante forte, capaz de oxidar a matéria orgânica natural dissolvida de espécies inorgânicas, como ferro e manganês; remover sabor e odor pela oxidação química; melhorar a eficiência da coagulação e filtração; prevenir o crescimento de algas em decantadores e filtros. Os três principais produtos não clorados utilizados para essa finalidade são: peróxido de hidrogênio (H_2O_2), permanganato de potássio ($KMnO_4$) e o gás ozônio (O_3).

Cumprido ressaltar que, quando a pré-oxidação é empregada com produtos clorados, é denominada de pré-cloração, podendo ser usados o cloro gás, o dióxido de cloro, o dicloroisocianurato de sódio, hipoclorito de cálcio, entre outros.

Coagulação

Coagulação, segundo Howe (2016), é a desestabilização das forças repulsivas presentes nas partículas dissolvidas, coloidais e em suspensão, que compõem as impurezas da água bruta. As forças de repulsão mantêm essas partículas afastadas uma das outras, então a coagulação, ao desorganizar esse sistema, possibilita a posterior aglutinação das partículas a serem removidas da água *in natura*.

Tal processo tem início através da adição de um produto químico coagulante na água bruta em uma zona de turbulência denominada de mistura rápida. O misturador pode ser tanto hidráulico (geralmente, por meio de calha Parshall) ou mecânico (por meio de palhetas que são acionadas pelo sistema eletromecânico).

A seguir, são apresentados os principais coagulantes empregados nas estações de tratamento, conforme Di Bernardo (2011).

Sulfato de Alumínio $Al_2(SO_4)_3$	Cloreto Férrico $FeCl_3$
Sulfato Férrico $Fe_2(SO_4)_3$	Orgânico Tanfloc SG

A coagulação mediante mecanismos de desestabilização, conforme mencionado, desorganiza o sistema (antes estável) o qual mantém as partículas que conferem cor e turbidez à água afastadas umas das outras. Durante esse processo, os coagulantes, os quais apresentam carga positiva, são atraídos pelas partículas coloidais, que possuem carga elétrica negativa na sua estrutura. A coagulação por desestabilização é, portanto, um fenômeno químico.

Após a desestabilização, ocorre a coagulação por araste mediante mecanismos físicos de ligação, devido à atração de colóides remanescentes que se unem à estrutura formada na desestabilização. Essa estrutura se constitui por uma malha composta pelo coagulante e colóides que foram atraídos por via química (Di Bernardo, 2011).

Segundo Libânio (2010), vários fatores podem interferir na eficiência da coagulação, quais sejam:

- Natureza do coagulante;
- Forma de aplicação desse produto químico;
- Características das partículas que conferem cor e turbidez à água bruta;
- Alcalinidade, temperatura e potencial hidrogeniônico (pH) associados à água a ser tratada.

Floculação

Floculação é a aglutinação das partículas que foram desestabilizadas na etapa de coagulação. A unidade de tratamento denominada de floculador promove, de forma lenta e gradual, o choque entre as partículas — à medida que elas vão, lentamente, se chocando, os flocos vão sendo formados. A floculação consiste, portanto, na composição de estruturas suficientemente densas, capazes de sedimentar, por serem mais densas do que a massa líquida.

Esse processo pode ocorrer de duas formas: hidráulica ou mecânica.

Os floculadores hidráulicos são formados por chicanas, isto é, barreiras e compartimentos, responsáveis por promover o fluxo e o choque gradual das partículas formadas a partir da coagulação. A velocidade (gradientes de velocidade) e o tempo em que a floculação começa e termina são previamente estabelecidos por meio de projetos de engenharia, sendo determinantes na eficiência dessa etapa do tratamento.

Por sua vez, os floculadores mecânicos funcionam a partir de turbinas verticais que giram através de motores elétricos, permitindo uma maior flexibilização na operação, como o ajuste na velocidade e intensidade do choque entre as partículas. No entanto, esse modelo gera maiores custos operacionais, como manutenção e consumo de energia elétrica.

Importante!

- **Coagulação:** mistura rápida (em média, 20 segundos). Ocorre a desestabilização das partículas que conferem cor e turbidez à água bruta;
- **Floculação:** mistura lenta (em média, 20 minutos). Ocorre a aglutinação das partículas, formando flocos.

Decantação

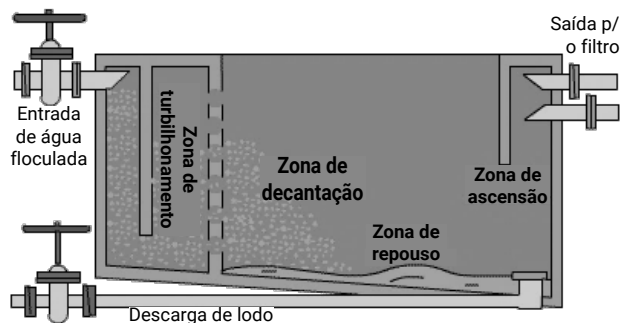
Decantação é a sedimentação, por via física, dos flocos formados durante a realização das etapas anteriores.

Os arranjos, contendo as impurezas, geralmente, são mais densos do que água fração aquosa. Com isso, há uma separação sólido-líquido, a qual ocorre gradativamente nas diferentes zonas de decantação. Enquanto essas partículas se sedimentam, a água decanta.

A unidade operacional dentro da ETA que realiza esse procedimento é o decantador. Os decantadores podem ser de fluxo horizontal ou vertical.

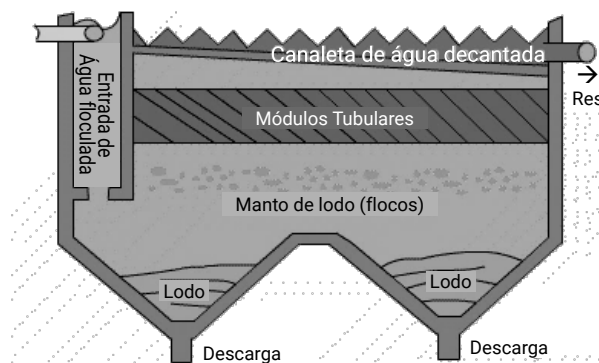
Ainda, existem, basicamente, quatro zonas de decantação. São elas: zona de turbilhonamento, decantação, repouso e ascensão. Vejamos as figuras a seguir:

Decantador de Fluxo Horizontal



Fonte: ARAGÃO, Alexander. **Tratamento de água:** etapas do sistema convencional. Disponível em <<https://canteirodeengenharia.com.br/2020/07/08/tratamento-de-agua/>>. Acesso em: 30 set. 2021.

Decantador de Fluxo Vertical



Fonte: ARAGÃO, Alexander. **Tratamento de água:** etapas do sistema convencional. Disponível em <<https://canteirodeengenharia.com.br/2020/07/08/tratamento-de-agua/>>. Acesso em: 30 set. 2021.

No fundo do decantador, é formado um lodo oriundo dos processos físico-químicos anteriores. Periodicamente, esse lodo é removido por meio de descarga de fundo manual ou mecânica, além de descarga seguida por lavagem, incluindo jateamento das paredes dos decantadores, módulos tubulares e excesso de lodo não sedimentado — nesse caso, o tanque de decantação é esvaziado. Na limpeza mecanizada, raspadores mecânicos retiram o lodo acumulado no fundo do tanque.

O processo de decantação, quando ocorre de forma eficiente, possibilita uma redução bastante significativa da cor e turbidez em relação à água bruta do início do tratamento. Observa-se uma clarificação considerável na água decantada (água pós-decantação). Contudo, ainda há partículas em suspensão a serem removidas, ficando a cargo da próxima etapa efetuar a remoção.

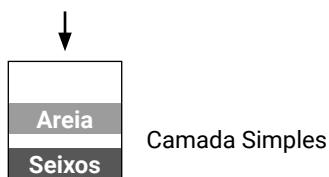
Filtração

De acordo com Libânio (2010), filtração é o processo físico-químico de remoção de impurezas remanescentes das etapas anteriores, não sedimentáveis e que conferem uma fração de cor e turbidez à água, além de uma parcela significativa de microrganismos patogênicos. Essa fase tem por finalidade possibilitar o polimento final de clarificação e preparar para a desinfecção. A remoção ocorre mediante a passagem da água a ser filtrada por um meio poroso.

A filtração também pode ocorrer por processos físico-químicos e biológicos nos denominados filtros lentos. Existem algumas classificações para os tipos de filtração, como, por exemplo, quanto à quantidade de camadas, meio filtrante, tipo de tratamento, sentido do escoamento. De modo geral, os filtros utilizados no tratamento convencional são compostos por camadas de seixos e areia (camada simples) ou por camadas de seixos, areia e antracito, isto é, meio filtrante granular. Ambos são classificados como filtros rápidos de fluxo descendente — a água decantada entra pela parte superior e sai pela parte inferior após passar pelo meio poroso.

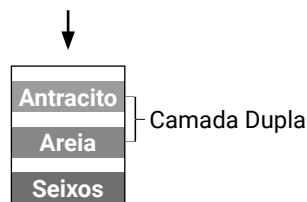
As figuras a seguir mostram as duas possibilidades mais usadas em ETAs que operam em ciclo completo. Vejamos:

Filtro Rápido Descendente em Camada Simples e Fluxo Descendente



Fonte: Nova Concursos.

Filtro Rápido Descendente em Dupla Camada



Fonte: Nova Concursos.

Diversas configurações são possíveis e aplicadas nos fluxogramas das unidades de tratamento, tais como filtração por membranas (consegue reter micropartículas, por apresentarem poros ainda menores); filtração rápida de fluxo ascendente — no sentido oposto ao da gravidade, como é o caso do tratamento usando filtro Russo (filtração em linha), no qual a floculação ocorre na camada de seixos rolados na parte inferior dos filtros e a água filtrada obtida, na parte superior; filtração lenta, que é utilizada para água com baixa cor e turbidez, e baixa vazão (pequenas demandas populacionais); filtração direta, que dispensa a etapa de decantação — a massa líquida passa pelas etapas de coagulação e floculação, e segue para a filtração.

Desinfecção

Os processos físico-químicos abordados até aqui, apesar de eliminarem grande parte de microrganismos patogênicos, não garantem a eliminação total desses agentes causadores de doenças de veiculação hídrica, sobretudo a partir da ingestão da água. Nesta perspectiva, a desinfecção constitui um processo químico fundamental na destruição ou inativação de patógenos, tais como bactérias, protozoários, vírus e vermes.

No tratamento de água, a desinfecção ocorre após a filtração, utilizando agentes químicos. Estes são denominados de desinfetantes, os quais podem ser clorados e não clorados.

Quando a desinfecção é realizada por um produto químico clorado, é denominada de cloração. Ao empregar cloro na etapa inicial do tratamento, geralmente antes da adição do coagulante, denomina-se de pré-cloração — é bastante comum a adição de cloro tanto nessa etapa quanto na desinfecção (pós-filtração).

AGENTES DA DESINFECÇÃO COMUNS	
Clorados	Cloro gás, hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio, dicloroisocianurato de sódio, dióxido de cloro
Não clorados	Ozônio, radiação UV

Alguns fatores são determinantes para a eficiência da desinfecção. São eles:

- Espécie e concentração do organismo a ser destruído;
- Concentração do desinfetante;
- Tempo de contato;
- Características químicas e físicas da água, tais como pH e temperatura;
- Grau de dispersão do desinfetante na água.

De modo geral, o pH levemente ácido de 5 a 6,5 em temperatura de 25 °C possui eficiência considerável no processo de desinfecção.

A Portaria GM/MS nº 888, de 2021, na sua tabela do anexo 3, estabelece que, para uma concentração de cloro residual livre de 2,0 mg/L com pH da água em 6,0 a 25 °C, é necessário um tempo mínimo de contato de 5 (cinco) minutos, a fim de que ocorra a desinfecção. Por outro lado, com pH em 9,0 nas mesmas condições, é necessário um tempo mínimo de contato de 14 (quatorze) minutos. O aumento da temperatura eleva a eficiência e, por consequência, diminui o tempo mínimo de contato necessário para desinfecção.

Ao adicionar cloro no meio aquoso, há formação de, no mínimo, três espécies químicas que são constituídas por frações, quais sejam: ácido clorídrico (HCl), ácido hipocloroso (HClO) e íon hipoclorito (ClO⁻). Em pH fortemente ácido, há predominância da fração HCl; em pH levemente ácido, há maior formação do HClO; em pH básico, maior constituição do ClO⁻.

O ácido hipocloroso apresenta-se mais eficiente na desinfecção. Isso ocorre, porque ele possui uma estrutura química capaz de penetrar a estrutura celular dos microrganismos, eliminando ou inativando o patógeno.

O monitoramento da concentração de cloro residual livre e cloro combinado é fundamental no controle operacional do tratamento de água. A Portaria GM/MS nº 888, de 2021, traz expresso o intervalo mínimo e o VMP (Valor Máximo Permitido) para esse parâmetro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) e nos pontos de consumo. Vejamos:

CONCENTRAÇÃO DE CLORO (MG/L)	
Mínimo de cloro residual livre	0,2
Mínimo de dióxido de cloro	0,2
Mínimo de cloro combinado	2,0
Mínimo de cloro residual livre em carro-pipa	0,5
Máximo permitido (VMP)	5,0

Fonte: Portaria GM/MS nº 888, de 2021.

Subprodutos da cloração, como trihalometanos (THMs) e ácidos haloacéticos (HAAs), podem ser formados, principalmente na pré-cloração. Esses subprodutos, em concentrações acima do permitido pela Portaria GM/MS nº 888, podem ser prejudiciais à saúde, tendo em vista seu potencial carcinogênico. O triclorometano é um dos THMs possível de constituir um subproduto nocivo à saúde humana. O VMP para os THMs total é 0,1 mg/L e 0,08 mg/L para os HAAs total.

Outros agentes desinfetantes são previstos na legislação brasileira e também são globalmente utilizados, tais como a desinfecção por ozônio (O₃) e radiação ultravioleta (UV). O ozônio possui elevado potencial de oxidação e capacidade para penetrar a parede celular da bactéria, caracterizando-se como um dos mais eficientes oxidantes. Apresenta como vantagem a não formação de subprodutos indesejáveis, porém, como desvantagem, o fato de não deixar residual, para reagir ao longo da rede de distribuição, resultando um alto custo de implantação quando comparado à utilização do cloro.

A Portaria GM/MS nº 888 prevê que, no caso da ozonização (uso de ozônio) ou aplicação de radiação UV, é necessário adição de uma certa quantidade de cloro ou dióxido de cloro, com o fim de garantir o residual mínimo de cloro previsto.

A desinfecção via radiação UV possui como principais vantagens: absorção da radiação UV incidente, não sofre influência do pH, não deixa residual no sistema, não formação de subprodutos indesejados, penetração por toda lâmina d'água. Ela tem sido bastante aplicada em sistemas de tratamento de esgotos domésticos e lagoas de maturação, as quais possuem baixa profundidade, o que possibilita a penetração dos raios solares (luz ultravioleta) na lâmina d'água e, consequentemente, a desinfecção do efluente em tratamento.

Fluoretação

A fluoretação, ou fluoração, é o processo de adição de flúor na água. O mineral é adicionado por meio de produtos químicos, os quais formam o íon fluoreto ao ser adicionado em água. Essa etapa tem como objetivo fornecer baixas concentrações de flúor na água, auxiliando na prevenção de cárie dentária, uma medida de saúde pública, prevista na Portaria do Ministério da Saúde, que traz os parâmetros de potabilidade da água.

É necessário o monitoramento da concentração de flúor na água tratada, uma vez que concentrações elevadas são prejudiciais à saúde, tendo em vista o potencial de causar a fluorose dentária, patologia que amarela e enfraquece os dentes. Diante disso, a legislação vigente estabelece um valor máximo permitido de 1,5 mg/L de F⁻ (fluoreto).

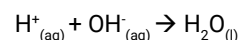
Os principais produtos empregados são: ácido fluossilícico (H₂SiF₆), fluorsilicato de sódio (Na₂SiF₆) e fluoreto de sódio (NaF), os quais podem ser comercializados na forma sólida ou líquida. Quando comercializados em formato sólido, são dissolvidos em água em concentrações previamente estabelecidas.

O ácido fluossilícico tem sido bastante empregado nos processos de tratamento de água, sendo comercializado em bombonas líquidas de 60 kg, as quais armazenam a solução líquida do produto, geralmente na concentração de 20% (m/m).

Correção do pH

A correção do pH consiste em adicionar um alcalinizante fornecedor de íons OH⁻, para neutralizar íons H⁺ provenientes da hidrólise dos sais inorgânicos de caráter ácido usados como coagulantes. Trata-se de um processo fundamental no controle de qualidade da água.

A equação a seguir ilustra, de forma simplificada, a reação de neutralização dos íons que conferem acidez e basicidade ao meio aquoso. Vejamos:



Em muitos sistemas de tratamento, o alcalinizante é aplicado após a pré-oxidação e antes da coagulação, tendo como objetivo ajustar o pH para condições ótimas de floculação. Ainda, é adicionado na etapa final do tratamento, possibilitando a correção do pH, que evita a distribuição de água fortemente ácida para a população e previne a corrosão de tubulações metálicas presentes na rede de distribuição.

A seguir, são apresentados os principais alcalinizantes utilizados nas estações de tratamento, conforme Di Bernardo (2011).

Cal hidratada Ca(OH) ₂	Barrilha Na ₂ CO ₃
Cal virgem CaO	Hidróxido de sódio NaOH

Quimicamente, a acidez pode ser neutralizada, utilizando uma base, como o Ca(OH)₂ (hidróxido de cálcio) e o NaOH (hidróxido de sódio), um sal de caráter básico, como o Na₂CO₃ (carbonato de sódio anidro) e o Na₂CO₃·10H₂O (carbonato de sódio hidratado) ou um óxido básico, como o CaO (óxido de cálcio). Essas espécies químicas reagem de forma diferente, todavia, fornecem íons de caráter básico os quais neutralizam excessos de íons H⁺.

As análises físico-químicas são fundamentais para o monitoramento do pH nas diversas etapas do tratamento, possibilitando o controle da dosagem do alcalinizante em função das necessidades relacionadas ao controle operacional da ETA e atendimento aos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação vigente. Os nomes cal hidratada, barrilha e cal virgem fazem parte da nomenclatura comercial dos produtos químicos mencionados anteriormente.