



# **OPERADOR DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA**

**SUMÁRIO**

1-	QUÍMICAS APLICADAS	3
2-	TÉCNICAS DE MEDIÇÃO DE LÍQUIDOS	10
3-	TÉCNICAS DE FILTRAÇÃO	16
4-	NOÇÕES DE QUÍMICA APLICADA AO TRATAMENTO DE ÁGUA.	25
5-	TRATAMENTO DE ÁGUA E EFLUENTES	35

**REFERÊNCIAS**

## 1- QUÍMICAS APLICADAS

### Para reflexão:

- Você acha que um dia a água pode acabar?
- Como você acha que é a qualidade de vida das pessoas que vivem em locais onde não há tratamento de água?

### O ciclo da água

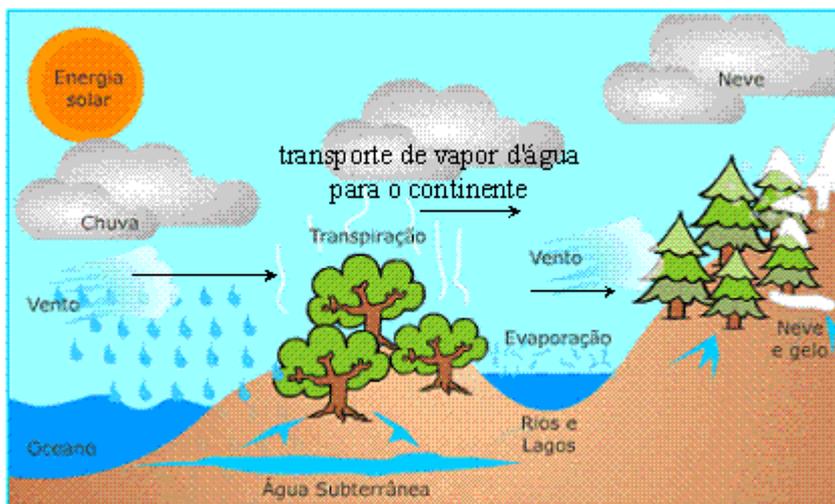


Figura ilustrando o ciclo da água (extraída da página da Sabesp com adaptações)  
[http://www.sabesp.com.br/sabesp\\_ensina/basico/ciclo/default.htm](http://www.sabesp.com.br/sabesp_ensina/basico/ciclo/default.htm)

As moléculas de água que evaporam dos oceanos, rios e lagos formam as nuvens. Uma vez que as nuvens ficam pesadas o suficiente pode então chover no mesmo local onde houve a evaporação. Mas se essas nuvens forem transportadas pelos ventos pode chover em outro local. Sendo assim, nós aqui em Ribeirão Preto (interior de SP), podemos ter na nossa chuva, moléculas de água que saíram lá de Santos (litoral) ou do interior do estado de Minas Gerais, e viajaram com os ventos até aqui. Estes processos de evaporação, transporte e precipitação (chuva ou neve) fazem parte do chamado **ciclo da água**.

As águas subterrâneas também evaporam, pois estas molham o solo, que transpira. As plantas também transpiram, e assim, as nuvens também são formadas pelas moléculas de água com origem no solo e plantas. A água da chuva é percolada para o interior do solo com a ajuda das raízes das plantas, e assim vai penetrando mais e mais fundo, formando os lençóis freáticos. Sem as plantas grande parte da água escoava para os rios sem ter tempo de ser armazenada no subsolo.

Se chovesse sempre a mesma quantidade de água que evapora e escoava de cada região, então o volume de água disponível não mudaria. Mas sabemos que há secas até em cidades como Manaus, onde costuma a chover muito.

Olhe a Figura que mostra o ciclo da água, e note que a flecha foi colocada no sentido de transportar as nuvens dos oceanos para o continente. E se o sentido mudar? E se começar a chover mais sobre os oceanos e menos sobre o continente? Faltarão água doce para re-abastecer nossos mananciais. A grande seca que ocorreu na Amazônia em 2005 foi por que o regime de ventos mudou, e deixou de transportar grandes quantidades de ar úmido do Oceano Atlântico para a Amazônia. No Brasil, a maior parte da nossa energia elétrica vem do represamento dos rios, onde a força das águas move as turbinas das usinas hidrelétricas. Como todos sabemos, se faltar água, faltarão também energia.

### **Breve histórico sobre tratamento de esgoto**

Este item é baseado no texto do livro “Introdução à Química Ambiental” dos autores, Júlio C. Rocha, André H. Rosa e Arnaldo A. Cardoso, páginas 29-33, Editora Bookman, 2004.

Quando poucos homens viviam sobre a Terra, estes viviam em grupos e eram nômades, isto é, se alimentavam de frutas, vegetais e animais de um certo lugar e quando a escassez aumentava, viajavam em busca de outro local mais farto. Estes grupos de humanos andavam próximos ao curso dos rios, que fornecia água, e não tinham moradias fixas. Quando abandonavam um local, a natureza degenerava o lixo que produziam.

Com o passar do tempo, o homem foi domesticando alguns animais para se alimentar, e as técnicas de agricultura também foram aprimoradas, ou seja, plantar o que comer. Com isso, este homem que antes viajava sempre que o alimento acabava, passou a se fixar em um determinado local, pois tinha o que precisava em torno de si. De nômade passou a ser sedentário. Com isso se deu início à manufatura, urbanização e industrialização. Junto com os benefícios se deu início às conseqüências ambientais maléficas como o acúmulo de lixo produzido. A taxa de lixo gerada era maior do que o tempo que a natureza levaria para degenerá-lo. Com o aumento do lixo acumulado, as condições para a proliferação de microorganismos e insetos também aumentaram e devido à proximidade com o homem, a disseminação de doenças também aumentou.

E o que fazer com o lixo produzido? Este era um sério problema enfrentado desde o primórdio das civilizações e a solução mais intuitiva era jogar no rio. Com a correnteza, o lixo seria levado para “longe” e se evitariam os problemas. Assim, deu-se início à contaminação das águas com o conhecido “esgoto doméstico”. Hoje sabemos que esta contaminação pode causar a morte de plantas e animais, comprometendo irremediavelmente o ecossistema local.

A primeira rede de distribuição de água e captação de esgoto de forma eficiente foi construída há aproximadamente 4.000 anos na Índia. Grandes tubos feitos de argila levavam as águas residuais e os detritos para canais cobertos que corriam pelas ruas e desembocavam nos campos, adubando e regando as colheitas.

Algumas cidades da antiga Grécia e a maioria das cidades romanas também dispunham de sistemas de esgotos. A população obtinha água para o abastecimento em fontes públicas e utilizava latrinas comunitárias para as necessidades fisiológicas, como a Toaleta de Ephesus do século 1 d.C. Sob os assentos havia água corrente para levar os dejetos e para que o usuário lavasse a mão esquerda, utilizada na limpeza corporal.

A Idade Média (400 a 1400 d.C.) foi um período de 10 séculos sem avanços sanitários. Lixo de todo tipo se acumulava nas ruas, facilitando a proliferação de ratos e criando sérios problemas de saúde pública – um dos mais graves foi a

epidemia da peste bubônica, que só na Europa, causou a morte de cerca de 25 milhões de pessoas.

No final do século XVIII, com a Revolução Industrial, a população das cidades aumentou muito causando agravamento do acúmulo de lixo e excrementos nas ruas. Isso tornou necessária e urgente a criação de um sistema de esgotos que desse conta da demanda, caso contrário, corria-se o risco de deter o progresso industrial pelo surgimento de novas epidemias e conseqüentemente êxodo das cidades. Os rios passaram a sofrer os efeitos da poluição, caracterizados pela morte dos peixes, do ecossistema, bem como a transmissão de doenças como a cólera.

Na Inglaterra surgiram as primeiras tentativas de medir e caracterizar a poluição, os primeiros regulamentos de proteção aos cursos d'água e os primeiros processos de tratamento de águas residuais. A primeira medida adotada foi a construção de sistemas de esgotos subterrâneos, o que ocorreu pela primeira vez em 1843 em Hamburgo, na Alemanha, quando a cidade foi reconstruída após um incêndio. Cientistas do século XIX concentraram esforços para combater as causas das diferentes doenças surgidas devido à falta de saneamento básico, o que impulsionou o desenvolvimento da microbiologia.

A primeira Estação de Tratamento de Água (ETA) foi construída em Londres em 1829 e tinha a função de coar a água do rio Tâmis em filtros de areia. A idéia de tratar o esgoto antes de lançá-lo ao meio ambiente, porém, só foi testada pela primeira vez em 1874 na cidade de Windsor, Inglaterra. Não se sabia como as doenças “saíam do lixo e chegavam ao nosso corpo”. A idéia inicial é que vinham do ar, pois o volume de ar respirado por dia é muito superior ao volume de água ingerido. Porém com a descoberta de que doenças letais da época (como a cólera e a febre tifóide) eram transmitidas pela água, técnicas de filtração e a cloração foram mais amplamente estudadas e empregadas.

Atualmente, é consenso que o esgoto (efluente ou águas residuais), industrial ou doméstico, precisa ser tratado antes de ser lançado nos mananciais para minimizar seu impacto no meio ambiente e para a saúde humana. Esse tratamento é feito nas chamadas Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Infelizmente no Brasil, 62% da

população não tem saneamento básico. Do esgoto coletado, menos de 20 % é tratado antes de ser devolvido para os rios e outros mananciais. Certamente a água nunca vai acabar, pois esta fica re-circulando entre os reservatórios (rios, oceanos, atmosfera), tanto na fase líquida, como na fase gasosa ou sólida. A questão é que quanto mais poluída for a água, mais caro será seu tratamento, e no futuro, a água de qualidade poderá ser privilégio de poucos.

### **Como eu posso saber se estou gastando água mais do que o necessário?**

Estamos tão habituados com a abundância de água que esquecemos que ela é fundamental à vida de todos os seres humanos e à manutenção de todos os ecossistemas. Necessitamos da água para um simples banho, para beber, para a agricultura e para tantas outras necessidades que muitas vezes nem nos damos conta.

O fato é que a quantidade de água doce disponível para tudo o que fazemos é muito pequena, perto de 3% do volume total existente, pois os outros 97% é de água salgada. Desses 3% de água doce, grande parte está na forma de gelo, portanto apenas 1% está acessível para a população de todo o planeta.

A quantidade mínima de água necessária para a vida de um ser humano varia de acordo com seu padrão de vida, o local em que mora, e seus hábitos. O consumo médio por indivíduo deveria ser de cerca de 300 L por dia, levando-se em conta que este vive em uma sociedade desenvolvida. Porém, para levar uma vida saudável, segundo a Organização Mundial da Saúde, o consumo mínimo de água potável diário seria de 50 L. No Brasil, é adotado como consumo de água necessário para uma vida confortável numa residência, de 150 a 200 litros por pessoa por dia.

Para saber se você e os membros de sua casa são consumidores moderados de água, faça o desafio 1. Se o resultado em sua casa for menor que 150 L por pessoa, significa que vocês praticam a economia de água. Se o resultado for entre 150 e 300 L é sinal de que vocês estão no limite do bom senso. Mas se passar de 300 L, significa que vocês devem refletir sobre a utilização da água na sua casa, ou mesmo averiguar se este elevado consumo não seria por causa de vazamentos.

### Como é feito o tratamento de água?

Quase toda água potável que consumimos se transforma em esgoto que é re-introduzido nos rios e lagos. Estes mananciais, uma vez contaminados, podem conter microorganismos causadores de várias doenças como a diarreia, hepatite, cólera e febre tifóide. Além dos microorganismos, as águas dos rios e lagos contêm muitas partículas que também precisam ser removidas antes do consumo humano. Daí a necessidade de se tratar a água para que esta volte a ser propícia para o consumo humano.

Quando pensamos em água tratada normalmente nos vem à cabeça o tratamento de uma água que estava poluída, como o esgoto, para uma que volte a ser limpa. Cabe aqui fazer uma distinção entre tratamento de água e tratamento de esgoto: o tratamento de água é feito a partir da água doce encontrada na natureza que contém resíduos orgânicos, sais dissolvidos, metais pesados, partículas em suspensão e microorganismos. Por essa razão a água é levada do manancial para a Estação de Tratamento de Água (ETA). Já o tratamento de esgoto é feito a partir de esgotos residenciais ou industriais para, após o tratamento, a água poder ser re-introduzida no rio minimizando seu impacto ao ambiente. Podemos dividir o tratamento de água em duas etapas, as quais chamamos de tratamento inicial e tratamento final:

#### Tratamento inicial:

Não há reações químicas envolvidas, somente processos físicos.

- peneiramento: elimina as sujeiras maiores.
- sedimentação ou decantação: pedaços de impurezas que não foram retirados com o peneiramento são depositados no fundo dos tanques.
- aeração: borbulha-se ar com o intuito de retirar substâncias responsáveis pelo mau cheiro da água (ácido sulfídrico, substâncias voláteis, etc).

#### Tratamento final:

- **coagulação ou floculação:** neste processo as partículas sólidas se aglomeram em flocos para que sejam removidas mais facilmente.

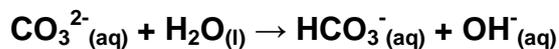
Este processo consiste na formação e precipitação de hidróxido de alumínio ( $\text{Al}_2(\text{OH})_3$ ) que é insolúvel em água e “carrega” as impurezas para o fundo do tanque.

Primeiramente, o pH da água tem que ser elevado pela adição ou de uma base diretamente, ou de um sal básico conhecido como barrilha (carbonato de sódio):

base:



sal básico:

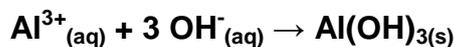


Após o ajuste do pH, adiciona-se o sulfato de alumínio, que irá dissolver na água e depois precipitar na forma de hidróxido de alumínio.

dissolução:



precipitação:



- **sedimentação:** os flocos formados vão sedimentando no fundo do tanque “limpando” a água.
- **filtração:** a água da parte superior do tanque de sedimentação passa por um filtro que contém várias camadas de cascalho e areia, e assim retiram as impurezas menores.
- **desinfecção:** é adicionado na água um composto bactericida e fungicida, como por exemplo o hipoclorito de sódio (água sanitária,  $\text{NaClO}$ ), conhecido como ‘cloro’.

## 2- TÉCNICAS DE MEDIÇÃO DE LÍQUIDOS

### Medição de volumes

A técnica de medição do volume de uma amostra depende do estado físico da amostra (líquido ou sólido) e da sua forma (regular ou irregular).

Os resultados obtidos podem ser expressos em unidades SI, metro cúbico ( $m^3$ ), ou em unidades submúltiplas deste, que é o caso mais frequente.

Normalmente, as unidades submúltiplas mais usadas são o mililitro (ml), ou centímetro cúbico ( $cm^3$ ), e o litro (L), ou o decímetro cúbico ( $dm^3$ ).

### Medir volumes de líquidos

Para medir volumes de líquidos usam-se diversos instrumentos, consoante o rigor a observar e o volume da amostra.

Para medições rigorosas usam-se **pipetas, buretas ou balões volumétricos**.

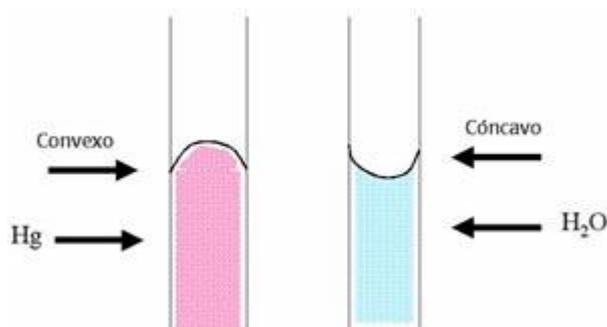
Para medições menos rigorosas utilizam-se as **provetas**.

Qualquer um destes instrumentos tem inscritas algumas informações importantes, tais como:

- Volume máximo (capacidade);
- Graduação da sua escala, normalmente em mililitros;
- Tolerância (limite máximo do erro);
- Traço de referência, no caso de pipetas ou balões volumétricos;
- Temperatura de calibração (temperatura a que deve ser feita a medição e que é, normalmente,  $20^\circ C$ ).

**Erros de paralaxe** – Erros associados à incorrecta posição do observador.

A leitura deverá ser feita de modo a que a direcção do olhar coincida com a linha tangente à parte interna do menisco se este for côncavo (ex: água), ou à parte externa do menisco se este for convexo (ex: mercúrio).



Instrumento	Características	Como Utilizar
<p><b>Pipetas Graduadas</b> Escala graduada, normalmente, em mL.</p>	<p>Dão medidas rigorosas (exactas) do volume de líquidos.</p>	<p>1. Lava-se a pipeta com água desionizada e, em seguida, com um pouco do líquido a medir.</p>
<p><b>Pipetas Volumétricas</b> Têm um traço de referência na parte superior, indicador do nível a que deve ficar o líquido, para que o volume medido seja o que está assinalado na pipeta.</p>	<p>São de vidro.</p> <p>As pipetas são utilizadas com a respectiva pompete.</p>	<p>2. Mergulha-se a extremidade da pipeta no líquido a medir e, com uma pompete, aspira-se o líquido até ligeiramente acima do nível do volume pretendido, com a pipeta sempre na posição vertical</p> <p>3. Deixa-se cair o excesso de líquido até o nível pretendido, pressionando a pompete</p> <p>4. Deixa-se, finalmente, escoar o líquido para o recipiente de recolha, com a extremidade da pipeta encostada à parede do recipiente, pressionando do mesmo modo a</p>

## OPERADOR DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

		pompete.
--	--	----------

Instrumento	Características	Como Utilizar
<p style="text-align: center;"><b>Buretas</b></p> <p>Escala graduada, normalmente, em mL.</p>	<p>Dão medidas rigorosas de volumes de líquidos.</p> <p>São de vidro.</p> <p>Na extremidade inferior têm uma torneira que permite controlar o caudal de líquido a medir.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Previamente, lava-se a bureta duas vezes, com um pouco do líquido a medir, rodando a bureta quase horizontalmente.</li> <li>2. Prende-se a bureta num suporte.</li> <li>3. Com o auxílio de um funil enche-se a bureta até um pouco acima do nível desejado.</li> <li>4. Deixa-se escoar o líquido em excesso, garantindo a eliminação de bolhas de ar que possam existir ao longo da bureta.</li> <li>5. Faz-se a leitura do nível inicial do líquido (<math>V_i</math>).</li> <li>6. Para os destros, com a mão esquerda controla-se o caudal do líquido a escoar através da torneira, para um recipiente de recolha, em geral um erlen-meyer, enquanto que com a mão direita se vai agitando esse recipiente, caso não tenha agitador magnético.</li> <li>7. Faz-se a leitura final do líquido (<math>V_f</math>). O volume do líquido escoado será <math>V = V_f - V_i</math></li> </ol>

## OPERADOR DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Instrumento	Características	Como Utilizar
<p style="text-align: center;"><b>Balões volumétricos</b></p> <p>Têm um traço de referência na zona tubular, o colo do balão, indicativo do nível a que deve ficar o líquido a medir, para que tenha o volume correspondente à capacidade do balão.</p>	<p>Dão medidas rigorosas (exactas) do volume de soluções.</p> <p>São de vidro.</p> <p>Usam-se na preparação de soluções a partir da dissolução de sólidos ou na diluição de soluções de concentração conhecida.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Na preparação de soluções de soluções a partir de sólidos diluem-se os sólidos num pouco de água desionizada num copo de precipitação.</li> <li>2. Aguarda-se que a solução fique à temperatura ambiente e só depois se transfere para o balão com a ajuda de um funil e de uma vareta.</li> <li>3. Lava-se o copo de precipitação mais uma ou duas vezes com um pouco de água desionizada que será transferida para o balão do mesmo modo.</li> <li>4. Por fim enche-se o balão cuidadosamente até o traço de referência, com o auxílio de um conta gotas.</li> <li>5. Tapa-se o balão e inverte-se (agita-se) para homogeneizar a solução.</li> </ol>

Instrumento	Características	Como Utilizar
<p><b>Provetas</b></p> <p>Normalmente, graduadas em mL.</p>	<p>Dão medidas pouco rigorosas de volumes de líquidos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Após a medição do volume do líquido, escoar-se o líquido pelo líquido da proveta, lenta-mente, com a ajuda de uma vareta.</li> </ol>

	São de vidro ou de plástico.	2. A quantidade de líquido vertida é inferior à leitura efectuada, pois fica sempre um pouco de líquido agarrado à parede da proveta.
--	------------------------------	---

### Medir volumes de sólidos

A técnica a usar na medição do volume de um corpo sólido depende da sua forma: regular ou irregular.

Se o corpo for um sólido de forma regular (cubo, esfera, paralelepípedo, pirâmide, etc.) medem-se os comprimentos necessários e aplicam-se as fórmulas que permitem calcular os respectivos volumes.

Para medir o volume de um cubo basta medir uma das suas arestas e aplicar a equação  $V=a^3$ .

Para medir o volume de uma esfera determina-se o seu raio (metade do diâmetro) e aplica-se a fórmula  $V= (4/3) \pi r^3$ .

### Medição de temperaturas

Na medição de temperaturas usam-se termómetros, em geral de mercúrio, graduados, normalmente, em graus Celsius ( $^{\circ} C$ ).

Devem ser manuseados com cuidado para não se partirem.

Antes de se fazer qualquer leitura, deve estudar-se a escala do termómetro que se vai utilizar, de modo a evitar erros, e deve verificar-se o seu alcance está adequado à temperatura a medir.

### Medição de massas

Medir a massa de uma amostra é uma operação de “pesagem”.

O instrumento necessário para essa operação é a balança, que está geralmente graduada em grama (g), unidade submúltipla do quilograma (kg). Existem vários tipos de balanças, com alcance e sensibilidade diversas.

O alcance é o valor máximo que é possível medir utilizando a balança; a sensibilidade é o valor da menor divisão da sua escala.

Após a selecção da balança, pesa-se a amostra com os seguintes cuidados:

- Não colocar a amostra directamente sobre o prato da balança, mas, sim dentro de um recipiente limpo e seco que pode ser um vidro de relógio, um copo de precipitação ou até um simples papel de filtro. Estes recipientes devem estar à temperatura ambiente;
- Evitar vibrações da mesa ou da bancada em que se encontra a balança;
- Evitar derrame de líquidos ou reagentes sólidos sobre o prato da balança.

### 3- TÉCNICAS DE FILTRAÇÃO

## Filtração | Filtros (Teoria)



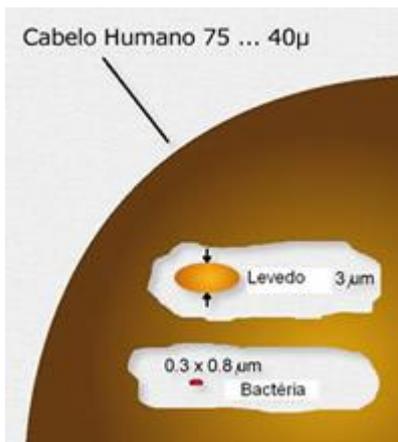
As águas de oceanos, rios, lagos, e lençóis subterrâneos, contém sais, sólidos em suspensão, microrganismos e detritos que devem ser retirados. Os filtros removem partículas e melhoram cor, odor e sabor. Na **filtração física**, a simples retro-lavagem deixa o filtro novo, pronto para mais uma etapa de filtração, na **filtração química**, normalmente o **meio filtrante** deve ser regenerado ou trocado.

**A Organização Mundial da Saúde (OMS) define água potável como:**

- apresenta aspecto límpido e transparente;
- não apresenta cheiro ou gosto objetável;
- não contém microrganismos que possam causar doenças ao ser humano;
- não contém substâncias em concentrações que possam causar prejuízo à saúde.

Dependendo do uso a qualidade da água pode ser incrementada combinando outros tratamentos como a desinfecção por radiação ultravioleta, redução de dureza ou abrandamento com a retirada de cálcio e magnésio, etc...

Arejamento seguido de filtração



O **arejamento** é um processo físico que permite o **contato da água com o ar, provocando a precipitação do ferro e do manganês dissolvidos** (ou, no caso do sulfeto de hidrogênio, a liberação de gases). É o método mais econômico para tratar grandes volumes de água, sendo, normalmente, seguido de filtração. Na filtração é importante saber o tamanho das partículas a retirar pois determina o tipo de filtro. Um filtro de areia é para partículas de 5 a 25 micra e acima, não vai retirar bactérias e vírus com tamanho entre 0,1 e 10 micra.

- 01 **Mícron** é a milésima parte do milímetro (1/1000 mm) Micra (  $\mu$  )= plural de micron
- 01 **Nanômetro** = milésima parte do micron (1/1000  $\mu$ )
- 1 **m $\mu$**  (milimicra) = 1 nanometro (nm) = 10 Angstrons
- 1 **Angstron** = 1/10.000.000 mm

<b>Partícula</b>	<b>Tamanho (micra- <math>\mu</math>)</b>
<i>Açúcar</i>	0,001
<i>Clorofila</i>	0,005 – 0,01
<i>Asbestos</i>	0,05 – 1
<i>Negro de Fumo</i>	0,01 – 0,3
<i>Vírus</i>	0,1
<i>Bactérias</i>	0,2 - 10
<i>Pó Fino</i>	0,4 - 100
<i>Talco</i>	0,5 – 55
<i>Argila</i>	Menor que 2,5
<i>Silte</i>	2 -19
<i>Carvão Pulverizado</i>	4 - 500
<i>Glóbulo Vermelho</i>	5
<i>Algas Unicelulares</i>	10,0
<i>Cabelo</i>	30 – 175
<i>Partículas visíveis</i>	Maior que 55
<i>Areia de Praia</i>	Maior que 95
<i>Pó de cimento</i>	3 – 100
<i>Areia Fina</i>	19 – 225
<i>Areia Grossa</i>	Maior que 225
<i>Carvão Ativado Granular</i>	Maior que 225

Na filtração é importante saber o tamanho das partículas a retirar pois determinam o filtro. Um filtro de areia se usa para partículas de 5 a 25 micra e acima; não vai conseguir nunca retirar bactérias e vírus com tamanho entre 0,1 e 10 micra.

## Filtro multimídia

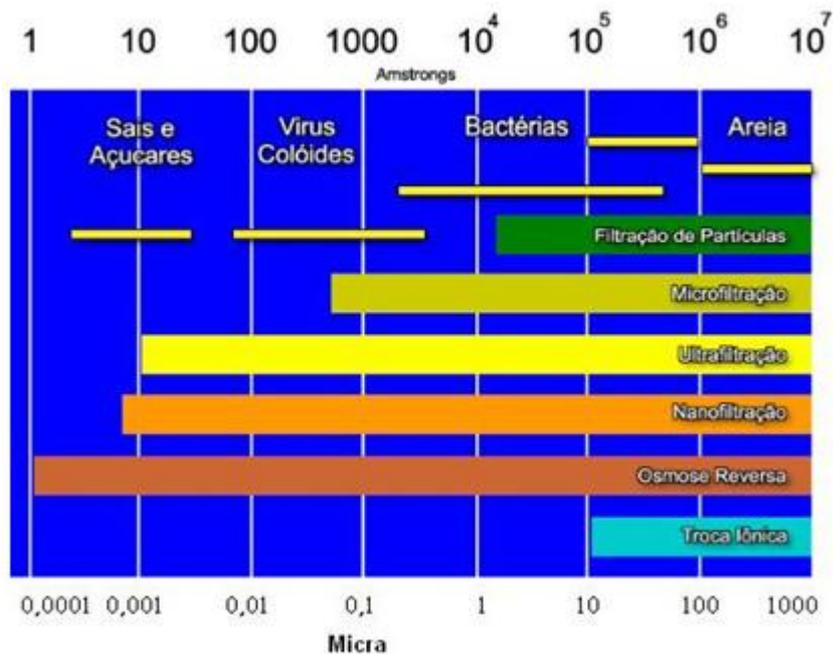
Consiste em **passar a água através de um tanque cilíndrico de fibra de vidro, aço carbono ou inox com diferentes meios filtrantes**: seixos rolados, antracita, quartzo e outros. Este processo é o **primeiro passo para obtenção da água purificada** e remove mecanicamente partículas em suspensão de até 15 micra ( $\mu\text{m}$ ). É um equipamento de baixo custo operacional e manutenção.



Filtração Multimídia

### Filtração

- **Filtração Profunda:** as partículas são retidas no interior da matriz filtrante por forças de adesão e retenção mecânica. Tem grande capacidade de retenção de partículas.
- **Filtração Superficial:** as partículas são retidas devido aos poros menores. Tem baixa capacidade de retenção de sólidos. O filtro de café é um exemplo.
- **Filtração por Membrana:** a filtração por membranas é uma forma especial de filtração de superfície. Tem uma capacidade baixa de retenção de sólidos, mas bastante precisa. Os poros da membrana são produzidos com pequena variação. Estes sistemas são preferidos para filtrações seguras e para uso farmacêutico.



### Produtos

**Filtros** são usados para retenção de sólidos em suspensão, Nitrogênio, Ferro e Manganês, cloro, odores, mau gosto, turbidez, etc.. Contaminantes como íons cálcio, magnésio e ferro podem estar presentes na água de alimentação. Esse último, muitas vezes, pode ser de difícil remoção e pode causar danos importantes no sistema.

**Presença de ferro na água:** o ferro é amplamente encontrado na natureza, surgindo habitualmente em águas subterrâneas sob a forma de bicarbonato ou de sulfato. Levando-se em consideração a posição geográfica e a geologia do solo podemos encontrar o ferro na água sob as mais variadas formas:

- Forma ferrosa, Fe<sup>2+</sup>, também chamada de ferro dissolvido/ferro solúvel;
- Forma férrica, Fe<sup>3+</sup>, ferro oxidado (sob forma de óxido ou hidróxido) ou ferro precipitado/ ferro insolúvel;
- Ferro na forma orgânica, que compostos orgânicos como os ácidos húmicos – estão ligados à contaminação por Iron bactéria (ferrobactérias);
- Ferro coloidal.

### Métodos para remoção de ferro

Existem várias opções para reduzir ou remover o ferro:

- Troca iônica;
- Arejamento seguido de filtração;
- Oxidação química seguida de filtração;
- Oxidação catalítica/filtração.

Filtros de carvão ativado e de argilas especiais podem retirar da água a amônia, metais pesados como cobre e mercúrio, odores, cloro, gostos desagradáveis, carga orgânica (DBO) e DQO, dureza, etc..



Sem Turbidéz



80 NTU



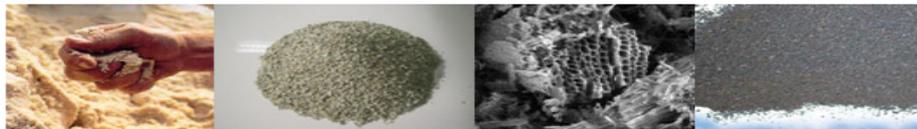
### A qualidade da água melhora

**quando passa por um leito de areia:** os sólidos em suspensão diminuem, bactérias e outros microorganismos são reduzidos, compostos químicos dissolvidos ( $\text{NH}_4^+$ ) e substâncias oxidadas ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$  e  $\text{MnO}_2$ ) podem ser removidas da água. Os sistemas de filtração são normalmente da forma cilíndrica de concreto, termoplástico ou ferro e tem de 1 a 2 m de areia na altura.

### Filtro de carvão ativado

Utilizado para **eliminação de cloro por meio da formação de óxidos**, o **carvão ativado** também tem a característica de remover matéria orgânica em seus sítios, através da adsorção, o que gera uma potencialidade para o aparecimento de contaminação microbiológica nesse equipamento. Dessa forma, cuidados devem ser tomados na utilização desse equipamento, sendo que devem ser definidos procedimentos de sanitização (vapor limpo, de preferência), que possam garantir controle da contaminação microbiológica em seu leito.

## OPERADOR DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA



Areia | Zeolitos | Carvão Ativado | Dióxido de Manganês

Filtros	Filtração (m/hora)	Altura Filtro (m)	Granulometria (mm)	Densidade (Gr/cm <sup>3</sup> )	Filtrado
Areia Rápido	5 - 10	0,5-1,0	0,45-1,0	1,6	Particulado até 20 micra
Areia Lento	0,04 - 0,4	1,0	0,25 - 0,35	1,6	Particulado até 4 micra
Areia Alta Taxa	10 - 35	1,2 - 2,5	0,8 - 2,0	1,6	Particulado até 20 micra
Terra Diatomácea	2,5 - 7,5	-	0,01 - 0,05		Particulado até 10 micra
Zeolita	5 - 15	0,5 - 1,0	0,3 - 0,8 0,4 - 1,0 1,0 - 3,0	0,98	Fe, Mn, Amônia, DBO e Particulado
Nattox	12 - 20	0,9 - 1,2	0,35 - 0,85 - 2,36	1,9 (1,5-1,7 kg/l)	Fe e Mn
Carvão Ativado	10 - 35	> 0,7	0,71 - 1,68	0,5	Odores, Gases, Cloro, etc..
Carvão Mineral	<15	0,5 - 1,0	0,8 - 1,0	0,96	Cloro, Fe, Mn, etc..



Filtro de Água

Nat Filtro (m <sup>2</sup> )	Bomba (cv)	Areia/Nattox (kg)	Vazão (M <sup>3</sup> /h)	Zeolita/Carvão (kg)	Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Carvão Ativado (kg)	Vazão (m <sup>3</sup> /h)
0068	¼	25	0,5	17,5	0,2	8,75	0,2
0091	1/3	36	0,7	25,2	0,3	12,6	0,3
0115	½	50	1,0	35	0,4	17,5	0,4
0164	½	75	1,5	52,5	0,6	26,2	0,6
0202	¾	100	2,0	70	0,8	35	0,8
0291	1	150	3,0	105	1,3	52,5	1,3
0455	1,5	250	5,0	175	2,1	87,5	2,1
0582	2	300	6,0	210	2,5	105	2,5
0910	3	500	10,0	350	4,2	175	4,2
1365	4	750	15,0	525	6,3	262	6,3
1530	5	1100	22,0	770	9,2	385	9,2
2270	7,5	1800	36,0	1260	15,1	650	15,1
3240	12,5	3000	60,0	2100	25,2	1050	25,2
4540	15	3600	72,0	2520	30,2	1260	30,2
6480	20	6000	120,0	4200	50,4	2100	50,4
9720	30	9000	180,0	6300	75,6	3150	75,6

**Aplicações dos filtros de água potável**



Retirada de gosto de cloro | Filtro Industrial | Filtro Caseiro Domiciliar

**Modelos de Filtros Naturaltec e suas Características:**

**Filtros Aço Inox:**

Modelo	Dimensões		Vazão	Conexões
	Ø (mm)	Altura (mm)	L/h	
SN-AI 25/6	250	610	670	3/4"
SN-AI 30/6 (SN 28)	300	610	1120	3/4"
SN-AI 30	300	1010	1950	3/4"
SN-AI 40	400	1030	3500	1"
SN-AI 50	500	1070	6000	1 1/2"
SN-AI 60	600	1130	9000	1 1/2"
SN-AI 75	750	1200	14000	1 1/2"
SN-AI 90	900	1350	24000	2"
SN-AI 100	1000	1400	35000	2"



**Filtros Aço Carbono:**

Modelo	Dimensões		Vazão	Conexões
	Ø (mm)	Altura (mm)	L/h	
SN-AC 25/6	250	610	670	3/4"
SN-AC 30/6 (SN 28)	300	610	1120	3/4"
SN-AC 30	300	1010	1950	3/4"
SN-AC 40	400	1030	3500	1"
SN-AC 50	500	1070	6000	1 1/2"
SN-AC 60	600	1130	9000	1 1/2"
SN-AC 75	750	1200	14000	1 1/2"
SN-AC 90	900	1350	24000	2"
SN-AC 100	1000	1400	35000	2"



**Filtros PRFV:**

## OPERADOR DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Modelo	Dimensões		Conexões	Peso	Área
	Ø (mm)	Altura (mm)		Vazio	Filtrante
				Kg	m <sup>2</sup>
FN 15	152	889	1/2"	2,70	0,018
FN 18	178	1118	1/2"	4,00	0,025
FN 20	203	1118	3/4"	4,80	0,032
FN 23	229	1219	3/4"	6,00	0,041
FN 27	270	1372	3/4"	7,90	0,057
FN 32	318	1355	1"	8,90	0,079
FN 34	345	1405	1"	10,80	0,093
FN 37	370	1665	1"	14,80	0,108
FN 42	420	1640	1"	18,70	0,139
FN 46	457	1651	1"	33,50	0,164
FN 55	550	1830	1"	35,00	0,238
FN 62	620	2030	2"	54,20	0,302
FN 77	775	2020	2"	90,50	0,472
FN 92	925	2090	2"	123,00	0,672
FN 102	1025	2120	2"	215,00	0,825
FN 123	1225	2060	2"	247,00	1,179
FN 160	1600	2184	2"	360,00	2,011



### 4- NOÇÕES DE QUÍMICA APLICADA AO TRATAMENTO DE ÁGUA.

O processo de tratamento químico da água nada mais é do que um conjunto de vários procedimentos físicos e químicos que podem ser aplicados na água para ela ficar adequada ao consumo, para que a sua água se torne potável inclusive. Este processo de tratamento de água acaba a livrando de qualquer tipo de contaminação, evitando a possibilidade de transmissão de doenças.

Em uma estação de tratamento químico de água, o processo acontece em algumas etapas, com por exemplo podemos citar:

#### **A coagulação da água**

Neste processo, temos a água em sua forma natural, que entra nas estações de tratamento de esgoto, e ela recebe nos tanques uma quantidade determinada de sulfato de alumínio. Este tipo de substância deve servir para aglomerar todas as partículas de ordem sólida que estão localizadas na água, como por exemplo as argilas.

Sobre o processo de floculação de água.

Em vários tanques de concreto com água em movimento, as partículas devidamente sólidas podem se aglutinar em flocos cada vez maiores.

#### **Como funciona o processo de decantação da água**

Em outros tanques por exemplo, por uma ação de gravidade, os flocos com as impurezas e das partículas ficam devidamente depositados ao fundo dos tanques, se separando assim da água.

#### **Como funciona o processo de filtração da água**

A água passa por uma série de filtros, estes que são formados por carvão, areias e pedras de vários tipos de tamanhos. Nesta etapa, as impurezas de tamanho

pequeno acabam ficando retidas neste filtro. Como ocorre a desinfecção da água.

No processo de desinfecção de água, é aplicado na mesmo cloro ou ozônio para que possa eliminar os microrganismos geradores de doenças.

A fluoretação por sua vez, ocorre através da aplicação de flúor na água para prevenir a formação de cárie nos dentes principalmente das crianças.

A correção de PH por sua vez, é devidamente aplicada na água com uma certa quantidade de cal hidratada ou carbonato de sódio. Este é um procedimento que serve para a correção do PH de água, e preservar a partir disto a rede de encanamentos de distribuição.

### **Produtos Químicos para Tratamento de Água**

#### **Qualidade da Água**

As águas naturais contêm substâncias e elementos essenciais ao desenvolvimento do ser humano. Por outro lado, as águas naturais podem conter organismos, substâncias, compostos e elementos prejudiciais à saúde.

Água potável não é água pura, quimicamente falando. Na realidade, a água potável é uma solução de uma infinidade de substâncias, algumas das quais a água trouxe consigo da natureza e outras que podem ser introduzidas ao longo dos processos de tratamento.

#### **Qualidade da água – Parâmetros**

**pH** – É usado universalmente para exprimir a intensidade com que determinada solução é ácida ou alcalina. Diz-se que a solução é ácida se seu pH é inferior a 7, e que ela é alcalina se seu pH é superior a 7. Uma solução, cujo pH é igual a 7, é neutra. Para tratamento da água, o pH é, sem dúvida, um dos mais importantes parâmetros uma vez que existe um pH ótimo de floculação e decantação.

**Cor** – A cor natural das águas potabilizáveis deve-se à variedade de substâncias que podem estar presentes, sob forma de solução, A cor aparente é dada por uma água não centrifugada e a real é dada após separarmos as partículas em suspensão presentes.

**Turbidez** – Diz-se que a água é turva quando contém matérias em suspensão, que interferem com a passagem da luz através dela, ou na qual é restringida a visão em profundidade de certa amostra. A turbidez das águas é devida à presença de partículas em estado coloidal, em suspensão, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, plancton e outros organismos microscópios. Evidentemente ela tende a ser mais alta nos cursos d'água, nos quais a água está em constante agitação, e menor nos lagos, nos quais o repouso da água permite a sedimentação das matérias em suspensão. A turbidez pode variar de zero, em águas puras, até centenas ou milhares de unidades, em cursos d'água poluídos. As leituras são determinadas são em unidades nefelométricas de turbidez (UNT ou NTU).

**Alcalinidade** – O termo alcalinidade traduz a capacidade de certa água em neutralizar ácidos. Quanto maior a alcalinidade de uma água, maior é a dificuldade que ela apresentará para variar seu pH quando lhe aplicamos um ácido ou uma base.

De modo geral, a alcalinidade das águas naturais está relacionada com a presença de sais de ácidos fracos, especialmente bicarbonatos. Esses sais, quando presentes, resultam da ação da água sobre os carbonatos presentes no solo, especialmente bicarbonatos de cálcio. Em laboratório se determina os valores da alcalinidade total, da alcalinidade de bicarbonatos e da alcalinidade de carbonatos.

**Dureza** – Denomina-se genericamente de águas duras aquelas que necessitam de grandes quantidades de sabão para produzirem espuma, e que, além disto, incrustam caldeiras, aquecedores, tubulações de água quente e outras unidades em que a água escoar submetida a temperaturas elevadas. Águas de superfície são mais brandas que as subterrâneas. (poços) tendo em vista que a qualidade das águas reflete a natureza das formações geológicas com as quais entra em contato. De modo geral, ela é devida à presença de cálcio e magnésio.

Quando o cálcio e o magnésio ocorrem nas águas naturais, eles costumam estar associados a carbonatos e bicarbonatos, assim nossas águas, quando duras, em geral são também alcalinas. Por este motivo, as análises de dureza expressam seus resultados em termos de  $\text{CaCO}_3$ , independentemente de seu agente causador.

### Classificação para as águas, conforme sua dureza:

Branda: 0	a	75	mg/l	de	$\text{CaCO}_3$
Moderadamente	dura: 75	a	150	mg/l	de $\text{CaCO}_3$
Dura: 150	a	300	mg/l	de	$\text{CaCO}_3$
Muito dura:	acima de 300 mg/l de $\text{CaCO}_3$				

**Ferro** – O ferro é um dos metais mais abundantes da crosta terrestre. Pode ser encontrado nas águas naturais em concentrações que variam de 0,5 a 50 mg/l. É um elemento nutricional essencial ao ser humano. Quando presente na água em sua forma solúvel, ele é incolor, porém oxidado, devido à aeração ou cloração da água, ele se precipita na água com uma cor avermelhada que tende a assustar os consumidores.

A Organização Mundial da Saúde não estabelece concentrações limite para esse metal. Cita que concentrações da ordem de 2 mg/l podem ser consumidas sem risco para a saúde, mas adverte que concentrações superiores a esse valor podem levar à rejeição da água por parte dos consumidores, por comunicarem-lhe certo sabor ou por razões estéticas.

**Manganês** – O manganês é um dos metais mais abundantes da crosta terrestre e geralmente é encontrado junto com o ferro. Quando presente na água em sua forma solúvel, ele é incolor. Porém, se, por alguma razão, ele é oxidado (devido à aeração ou cloração da água se precipita na água. Esse precipitado tem cor negra e tende a assustar os consumidores. Não existem estudos conclusivos capazes de associar a presença de manganês à saúde humana. A Organização Mundial da Saúde estabelece a concentração de 0,5 mg/l para esse metal, mas reconhece que concentrações superiores a esse valor podem levar à rejeição da água por parte dos consumidores, por razões estéticas.

**Cloretos** – A presença de cloretos na água pode estar atribuída à existência de jazidas naturais no caminho percorrido por ela (salgema, por exemplo), e também à poluição por esgotos sanitários e efluentes industriais. Concentrações excessivas de cloretos aceleram a corrosão dos metais. No caso de sistemas distribuidores construídos utilizando tubulações metálicas, cloretos em excesso aumentarão a concentração dos metais na água potável, em virtude da corrosão das canalizações. Existem fontes mais importantes de cloretos que a água potável às quais o ser humano se encontra exposto, tais como as saladas consumidas nas refeições e que são temperadas com sal (cloreto de sódio). Não obstante, concentrações de cloretos superiores a 250 mg/l causam gosto perceptível à água, e tendem a ser rejeitadas.

**Sulfatos** – Diversos minerais presentes na natureza contêm sulfatos, podendo, por este motivo, atingir as águas. Entretanto, eles podem estar presentes em efluentes de diversas atividades industriais, especialmente químicas. O íon sulfato é pouco tóxico, mas pode ter efeito purgativo. O sulfato de magnésio foi utilizado durante muito tempo com essa finalidade. O Valor limite de 500 mg/l foi estabelecido por essa razão. A presença de sulfatos pode comunicar certo gosto perceptível pelo consumidor, e contribuir para acelerar a corrosão dos materiais metálicos componentes de redes distribuidoras.

**Coliformes totais e fecais** – As análises bacteriológicas visam à determinação da presença de bactérias denominadas coliformes. Tais bactérias vivem no trato intestinal de animais de sangue quente, entre eles o homem, mas existem algumas espécies de vida livre, isto é, que podem viver no solo. Daí o fato de se efetuar análises para a determinação de coliformes totais e fecais. A presença de coliformes fecais na água indica a possibilidade de contaminação por fezes humanas, embora não comprove. Por este motivo, diz-se que os coliformes são indicadores de contaminação.

Ressalte-se que os **coliformes**, por si só, não são patogênicos quando presentes nas concentrações usuais no ser humano, mas sua presença na água indica a possibilidade da presença de organismos patogênicos.

### **Produtos Químicos usados no Tratamento de Água**

## OPERADOR DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Coagulação	Auxiliares de Coagulação	Ajuste de pH	Controle de corrosão	Controle de orgânicos:
sulfato de alumínio; sulfato ferroso; sulfato férrico; cloreto férrico; caparrosa clorada (solução de sulfato férrico e cloreto férrico); aluminato de sódio.	bentonita; carbonato de cálcio; silicato de sódio; Polimeros Acrilamida (Polieletrólitos); gás carbônico.	cal hidratada; carbonato de cálcio; carbonato de sódio (soda ou barrilha); hidróxido de sódio (soda cáustica); gás carbônico; ácido clorídrico; ácido sulfúrico	cal hidratada; carbonato de sódio; hidróxido de sódio; gás carbônico; polifosfatos de sódio	Cloraminas; Dióxido de cloro.
Abrandamento	Oxidantes	Controle de odor e sabor	Desinfecção	Fluoretação
cal hidratada; carbonato de sódio; cloreto de sódio; gás carbônico; resinas abrandadoras	cloro; hipoclorito de cálcio; hipoclorito de sódio; dióxido de cloro; ozônio; permanganato de potássio.	carvão ativado; dióxido de cloro; cloro; ozônio; permanganato de potássio; bentonita.	cloro; hipoclorito de sódio; hipoclorito de cálcio; dióxido de cloro; amônia anidra; hidróxido de amônia; sulfato de amônia; ozônio.	fluorsilicato de sódio; ácido fluossilícico; fluoreto de sódio (fluorita).

**Coagulação** – As impurezas contidas na água podem encontrar-se em Suspensão ou Dissolvidas. As suspensões podem ser do tipo grosseiras, facilmente capazes de flutuar ou decantar quando a água estiver em repouso (ex: folhas, sílica, restos vegetais, etc.); podem ainda ser do tipo fino, representado pela turbidez, bactérias, plankton, etc. e as coloidais, representadas pelas emulsões (CO<sub>2</sub>), ferro e manganês oxidado, etc.

As impurezas dissolvidas são a dureza (sais de cálcio e magnésio), ferro e manganês não oxidados. A coagulação tem por objetivo aglomerar as impurezas que se encontram em suspensão ou em estado coloidal e algumas que se encontram dissolvidas em partículas maiores que possam ser removidas por decantação ou filtração.

**Este fenômeno de aglomeração ocorre devido à duas ações distintas:** (a) desestabilidade por adição de produtos químicos que neutralizam as forças elétricas superficiais e se anulam as forças repulsivas (coagulação) e (b) aglomeração dos colóides “descarregados” até a formação de flocos que sedimentam a uma velocidade adequada. Esta aglomeração ou floculação é

facilitada pela agitação suave para facilitar o contato dos flocos uns com os outros sem, contudo, quebrá-los.

### Os reagentes utilizados no processo de coagulação:

**(a)** Coagulantes, geralmente de ferro ou alumínio são capazes de produzir hidróxidos gelatinosos insolúveis e englobar as impurezas. **(b)** Alcalinizantes são capazes de conferir a alcalinidade necessária à coagulação (cal viva – óxido de cálcio; hidróxido de cálcio; hidróxido de sódio – soda caustica; carbonato de sódio – barrilha) e os **(c)** Coadjuvantes capazes de formar partículas mais densas e tornar os flocos mais lastrados (argila, sílica ativa, polieletrólitos, etc.).

Os Coagulantes reagem com álcalis produzindo hidróxidos gelatinosos que envolvem e adsorvem impurezas (remoção de turbidez) e produzem íons trivalentes de cargas elétricas positivas, que atraem e neutralizam as cargas elétricas dos colóides que, em geral são negativas (remoção de cor).

Os fatores que influenciam a coagulação são: espécie de coagulante, quantidade de coagulante, turbidez e cor a serem removidas, teor bacteriológico, quantidade de colóides, quantidade de emulsificantes, substâncias coloridas diversas, alcalinidade, teor de ferro, matéria orgânica, pH, há um pH ótimo de floculação, que é determinado experimentalmente, tempo de misturas rápidas e lenta, temperatura, agitação e presença de núcleos.

### Coagulantes Utilizados

O **sulfato de alumínio** é o mais utilizado entre os coagulantes. É um sólido cristalino de cor branco-acinzentada contendo 17% de  $Al_2O_3$  solúvel em água. É disponível em pedra, pó ou em soluções concentradas. Na água o  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  reage com a alcalinidade natural formando o  $Al(OH)_3$ . O  $Al(OH)_3$  irá formar os flocos e o  $CO_2$  é o responsável pelo aumento da acidez da água. Quando a alcalinidade natural é reduzida, geralmente adiciona-se cal ( $(Ca(OH))_2$ ) ou carbonato de sódio  $Na_2CO_3$ .

### Outros coagulantes e adjuvantes

## OPERADOR DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Coagulante ou Floculante	Função
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> – Sulfato de Alumínio PAC – Policloreto de Alumínio FeCl <sub>3</sub> – Cloreto Férrico FeSO <sub>4</sub> – Sulfato Ferroso	Cátions polivalentes (Al <sup>3+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , etc..) neutralizam as cargas elétricas das partículas suspensas e os hidróxidos metálicos (Ex: Al <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> ) ao adsorverem os particulados geram uma floculação parcial.
Ca(OH) <sub>2</sub> – Hidróxido de Cálcio	Usualmente utilizado como agente controlador de pH porém os íons de cálcio atuam também como agentes de neutralização das cargas elétricas superficiais funcionando como um coagulante inorgânico.
Polímeros Aniônicos e Não Iônicos	Geração de pontes entre as partículas já coaguladas e a cadeia do polímero gerando flocos de maior diâmetro
Polímeros catiônicos	Neutralização das cargas elétricas superficiais que envolvem os sólidos suspensos e incremento do tamanho dos flocos formados (via formação das pontes). Usualmente empregado no tratamento de lamas orgânicas.
Policátions	Polieletrólitos catiônicos de baixo peso molecular que neutralizam as cargas superficiais e aumentam o tamanho dos flocos. Usados em substituição aos floculantes inorgânicos convencionais.

**Alcalinizantes:** Dentre os alcalinizantes o mais utilizado, pelo seu baixo custo, é a Cal (cal virgem ou viva, cal hidratada ou extinta, cal dolomítica, são outras denominações do óxido de cálcio). Pode também ser utilizado o hidróxido de cálcio [Ca(OH)<sub>2</sub>] e de misturas deste com o óxido de magnésio (MgO) e o hidróxido de magnésio [Mg(OH)<sub>2</sub>].

**Cal Virgem** – Ca O da ordem 80% (rejeitar com menos de 70%)

**Cal Hidratada** – Ca O da ordem 90% (rejeitar <60%)

**Carbonato de Sódio** (barrilha) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – 99,4% de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> e 58 % de Na<sub>2</sub>O

**Auxiliares de Coagulação:** Dificuldades com a coagulação, freqüentemente, ocorrem devido aos precipitados de baixa decantação, ou flocos frágeis que são facilmente fragmentados sob forças hidráulicas, nos decantadores e filtros de areia. Os auxiliares de coagulação beneficiam a floculação, aumentando a decantação e o enrijecimento dos flocos. Os materiais mais utilizados são os polieletrólitos, a sílica ativada, agentes adsorventes de peso e oxidantes.

**Polímeros Sintéticos ou Polieletrólitos:** São substâncias químicas orgânicas de cadeia longa e alto peso molecular, disponíveis numa variedade de nomes comerciais. Polieletrólitos são classificados de acordo com a carga elétrica na cadeia do polímero, os carregados positivamente são chamados de catiônicos e os

que não possuem carga elétrica são os não-iônicos. Os antônicos e os não-iônicos são geralmente utilizados com coagulantes metálicos para promoverem a ligação entre os colóides, a fim de desenvolver flocos maiores e mais resistentes.

A dosagem requerida de um auxiliar de coagulação é da ordem de 0,1 a 1,0 mg/L. Na coagulação de algumas águas, os polímeros podem promover floculação satisfatória, com significativa redução das dosagens de sulfato de alumínio. As vantagens potenciais são a reduções da quantidade de lodo e maior facilidade para desidratação.

**Polímeros Catiônicos:** Tem sido usados com sucesso, em alguns casos, como coagulantes primários. Embora o custo destes polímeros seja maior que o do sulfato, as dosagens requeridas são reduzidas, podendo igualar o custo final. Adicionalmente, ao contrario do lodo gelatinoso e volumoso oriundo do sulfato de alumínio, o lodo formado pelo uso de polímeros é mais denso e fácil de ser desidratado, facilitando o manuseio e disposição. Algumas vezes, polímeros catiônicos e não-iônicos podem ser usados conjuntamente para formar um fluxo adequado, o primeiro sendo coagulante primário e segundo auxiliar de coagulação. Apesar de diversos avanços neste campo, existem varias águas que não podem ser tratadas apenas com polieletrólitos. Testes devem ser realizados para obtenção da eficiência um polieletrólito no tratamento de uma determinada água.

**Sílica Ativada:** É o silicato de sódio tratado com ácido sulfúrico, sulfato de alumínio, dióxido de carbono ou cloro. Como auxiliar de coagulação ela apresenta as seguintes vantagens: aumenta a tava de reação química, reduz a dosagem de coagulante, aumenta a faixa de pH ótimo e produz um floco com melhores propriedades de decantação e resistência. A desvantagem em relação aos polieletrólitos é a necessidade de um controle preciso de preparo e dosagem.

Dosagem de 7 a 11% da dosagem do coagulante primário expresso em mg/L de SiO<sub>2</sub>. Quando utilizada junto com o sulfato de alumínio ou sulfato ferroso, a sílica, por sua elevada carga negativa, promove a formação de flocos maiores, mais densos e resistentes, o que aumenta a eficiência de coagulação. A sílica, mesmo um pequenas quantidades causa prejuízos as caldeiras à vapor.

**Argilas Bentoníticas:** Usadas no tratamento de águas contendo alto teor de cor, baixa turbidez e baixo conteúdo mineral. Nestas condições, os flocos de Fe ou Al são demasiadamente leves para decantar rapidamente. A adição da argila resulta num aumento de peso do floco melhorando a decantabilidade. A dosagem deve ser feita na forma de testes mas as dosagens são da ordem de 10 a 15 mg/L.

**Carvão Ativado:** Aplicam na forma de pó, tem grande poder de adsorção. É bastante empregada no tratamento da água com gosto e odor provocador por material orgânico.

**Ácido Sulfúrico:** É usado como auxiliar na coagulação de águas de cor e pH bastante elevados.

## **5- TRATAMENTO DE ÁGUA E EFLUENTES**

**O que você sabe sobre o tratamento de efluentes no Brasil? Sabe quais são as principais formas de tratamento? Contamos tudo para você nesse texto.**

Chama-se de efluentes os produtos, líquidos ou gasosos, resultantes de ações humanas. Em geral, eles são separados em dois tipos: industriais e domésticos.

As chaminés industriais são as maiores emissoras de efluentes gasosos. Em contrapartida, os efluentes líquidos podem possuir diversas origens, pois trata-se de água envolvida em algum agente poluente, tal como matéria orgânica, compostos químicos e tóxicos.

A água contida de resíduos necessita de tratamento, uma vez que foi contaminada por algum processo. O não tratamento da água implica na poluição dos corpos hídricos tornando aquela água imprópria para posterior consumo.



O Rio Tietê, localizado no estado de São Paulo, é o maior exemplo de perda de recurso hídrico para a poluição. Apesar dos esforços do governo do estado para diminuir a poluição do rio, em 2016 ainda havia uma faixa de 137 quilômetros de rio morto.

Tal denominação foi dada pelo fato de que não há oxigênio suficiente na água para abrigar vida. O estudo foi realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica e mostra que, apesar da faixa morta estar diminuindo ao longo dos anos ainda há muito o que se fazer. O Rio Tietê recebe esgoto, resíduos industriais e lixo de 39 cidades da região paulistana.

Segundo a fundação, existem [três medidas](#) que podem ser tomadas para reverter esse cenário. Primeiramente, afirma que há um problema de gestão da água na região metropolitana de São Paulo que não é totalmente unificada. Além disso, propõe que medidas sejam tomadas para solucionar o problema das ocupações irregulares em torno do rio que não recebem serviços de coleta e tratamento de esgoto.

Por fim, a SOS Mata Atlântica afirma que para mudar esse cenário, seria necessário uma mudança na legislação.

Existem diversos corpos hídricos poluídos em todo o Brasil de acordo com o IBGE. Então, vamos conhecer um pouco mais sobre o tratamento de efluentes?

### TIPOS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

Como já falamos, os efluentes precisam ser tratados para retornarem aos recursos hídricos. Se despejados diretamente, o impacto ambiental gerado e os custos para recuperação são enormes.

O tipo de [tratamento](#) é indicado de acordo com a carga poluidora e a presença de contaminantes. Especialistas da área são quem coletam e realizam análises dos parâmetros que representam a carga orgânica e a carga tóxica dos efluentes.

Há diversas Estações de Tratamento de Efluentes (ETEs) pelo Brasil. Elas são responsáveis pelo processo de limpeza dos efluentes para que estes retornem ao meio ambiente.



É importante ressaltar que a Resolução 357 do Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) estabelece parâmetros aos efluentes que voltam à natureza e classifica os corpos de água. Essa norma prevê prisão a quem não cumprir as medidas estabelecidas por ela.

Os processos de tratamento podem ser separados em três tipos conforme as operações utilizadas na remoção dos poluentes. Alguns especialistas separam pelo tipo de processo e outros, pelas tecnologias utilizadas.

As ETEs convencionais aplicam cinco etapas ao efluentes coletados: pré-tratamento, tratamento primário, tratamento secundário, tratamento do lodo e tratamento terciário. Em geral, tratam-se de [tratamentos](#) físico-químicos ou biológicos.

O primeiro remove os contaminantes por meio de reações químicas que separam o sólido do líquido. Já o segundo utiliza bactérias e microrganismos que consomem a matéria orgânica poluente através do processo respiratório.

Que tal ver cada etapa do tratamento convencional de uma estação de tratamento? Vamos lá.

### ***Pré Tratamento***

O pré tratamento consiste em sujeitar os efluentes à forte separação de sólidos. Em geral, são utilizados dois processos nesta etapa: o gradeamento e a desarenação.

O primeiro é realizado por grades metálicas que funcionam como uma barreira para os sólidos. Eles acabam sendo detidos por elas e então, retiram-se os sólidos de maiores dimensões. Esse processo garante maior segurança aos equipamentos das estações, já que devido ao tamanho dos resíduos, pode-se danificar os dispositivos ao longo da unidade.

A desarenação tem a função de remover os flocos de areia através da sedimentação. Nessa etapa, os grãos de areia vão para o fundo do tanque por serem mais pesados, enquanto as matérias orgânicas vão para a superfície. Esse processo serve para facilitar o transporte e também para conservar os equipamentos.

### ***Tratamento primário***

O tratamento primário constitui-se de processos físico-químicos que buscam remover os sólidos em suspensão sedimentáveis, materiais flutuantes e matéria orgânica.

Esses processos constituem diversas etapas. Primeiro, são inseridos produtos químicos nos efluentes para neutralização da carga. Em seguida, ocorre a floculação do efluente. Nome difícil, não é? Mas é apenas o agrupamento das partículas poluentes para a próxima etapa.

Após a floculação, tem-se a decantação primária que separa o sólido (lodo) e o líquido (efluente bruto). Os efluentes passam por decantadores que fazem o lodo ficar no fundo do tanque.



Essa etapa do tratamento é importante porque inicia a alteração das propriedades poluidora dos efluentes.

### ***Tratamento secundário***

Essa etapa é constituída por processos bioquímicos que podem ser aeróbicos ou anaeróbicos. Esse processo objetiva remover a matéria orgânica que não foi removida no tratamento anterior. Se bem feito, o tratamento permite obter um efluente em conformidade com a legislação ambiental.

Os processo aeróbicos e anaeróbicos trabalham na composição da matéria orgânica suspensa e a dissolvida na água que resultam em gás carbônico, material celular e água. O efluente ao final desse processo sai com até 95% livre de poluentes.

Em seguida, há uma decantação secundária que clarifica a água e separa o lodo restante do processo.

### ***Tratamento do lodo***

Mas o que é esse lodo?

O lodo é toda a matéria orgânica removida ao longo do tratamento do esgoto. Portanto, sua quantidade e natureza depende das características do efluente inicial e do processo de tratamento escolhido.

Assim, o tratamento do lodo tem a finalidade de reduzir o volume e o teor de matéria orgânica. Primeiramente realiza-se o adensamento. Esse processo tem a finalidade de diminuir a quantidade de água presente no lodo, diminuindo portanto, seu volume.

A segunda etapa consiste na digestão anaeróbica para reduzir os microrganismos patogênicos, reduzir o volume e permitir a utilização do lodo, como por exemplo, em atividades agrícolas.

A terceira etapa submete o lodo a processos químicos e desidratação, permitindo a coagulação dos sólidos e remoção da umidade.

O produto final é rico em matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e nutriente, possibilitando seu uso na agricultura ou em reflorestamento. Entretanto, é possível descartar o lodo em aterros sanitários, junto com o lixo urbano, ou em incineradores.



### *Tratamento terciário*

Após o tratamento secundário, a água já pode retornar aos recursos hídricos. Entretanto, pode-se passar o efluente por outro tratamento para ser reutilizá-lo com fins não potáveis. Essa reutilização é importante para a escassez de água.

Utiliza-se o efluente não tratado para fins não potáveis (lavagem de ruas, por exemplo) porque mesmo tratado, ainda é possível conter elementos como nitrogênio e fósforo.

Assim, o tratamento terciário serve para remover essas substância através de técnicas de filtração, ozonização, cloração, osmose reversa, dentre muitas outras.



Dessa forma, o [tratamento terciário](#) consiste em aplicar técnicas para remover poluentes específicos que não foram retirados pelos processos mais comuns. Por exemplo, essas substâncias podem ser compostos não biodegradáveis, nutrientes e metais pesados que exigem maior grau de tratamento.

Assim, essa operação pode consistir em diversas etapas que dependem do tipo de poluição do efluente e do grau de depuração que se deseja obter.

### TRATAMENTO DE EFLUENTES NO BRASIL

São muitas etapas não é mesmo? E cada uma dessas etapas exigem determinado controle e parâmetros a serem atingidos.

O tratamento biológico tem crescido bastante nos últimos tempos. Isso porque o próprio efluente fornece uma grande variedade de bactérias e protozoários que podem compor as culturas de microbiais mistas que processam os poluentes orgânicos.

Mesmo assim, o tratamento biológico exige um maior controle de todo o processo como controle de vazão, recirculação e fornecimento de oxigênio. Por isso, o tratamento mais utilizado no Brasil são as cinco etapas apresentadas anteriormente.

Outra tendência são as ETEs compactas a serem utilizadas por indústrias e até mesmo condomínios. Trata-se de uma ETE convencional, porém em menor dimensão e para atender baixas vazões. Essa é uma tendência devido ao baixo custo de operação, elevada eficiência e menor consumo de energia elétrica.

No Brasil, atitudes que não são pautadas na sustentabilidade podem ser caracterizadas como [crimes ambientais](#) de acordo com algumas legislações. O descarte incorreto dos efluentes, sejam eles domésticos ou industriais, trazem prejuízos para o solo, a água e ao meio ambiente como um todo.

Um ambiente poluído gera prejuízos à saúde e podem influenciar na rotina das pessoas por causa de [doenças geradas pelo esgoto](#).

Além disso, as empresas podem também perder financiamentos, pois tem-se exigido licenciamento ambiental para [projetos financiados](#), além de princípios de responsabilidade socioambiental na execução de obras.

Ademais, a população está cada vez mais preocupada com a responsabilidade ambiental do governo e das empresas. Com isso, muito se busca saber sobre as ações sustentáveis em torno de uma marca.

**REFERÊNCIAS**

<http://www.usp.br/qambiental/tratamentoAgua.html>>acesso em 19/05/2020

[https://www.notapositiva.com/old/trab\\_estudantes/trab\\_estudantes/fisico\\_quimica/fisico\\_quimica\\_trabalhos/medicaovolumes.htm](https://www.notapositiva.com/old/trab_estudantes/trab_estudantes/fisico_quimica/fisico_quimica_trabalhos/medicaovolumes.htm)>acesso em 19/05/2020

<http://www.naturaltec.com.br/filtracao-teoria/>>acesso em 19/05/2020

<http://estacaodetratamentodeagua.com.br/tratamento-quimico-da-agua/>>acesso em 19/05/2020

<http://www.snatural.com.br/produtos-quimicos-tratamento-agua/>>acesso em 19/05/2020

<https://www.eosconsultores.com.br/tratamento-de-efluentes/>>acesso em 19/05/2020