

6 TRATAMENTOS DA ÁGUA

Como já se referiu, o ciclo hidrológico recompõe as necessidades de água que são perdidas por evaporação, por deslizamento e por usos humanos. No entanto, esta recomposição não é pacífica! À medida que a água circula nos rios, nos oceanos, nos solos e na atmosfera, vai sendo poluída e contaminada.

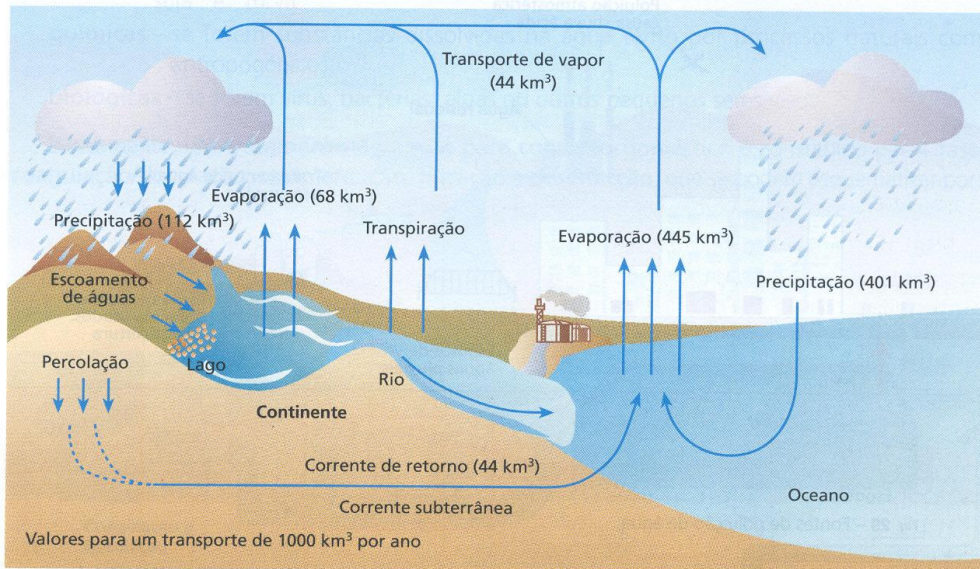


Fig. 28 – Ciclo da água e valores de armazenagem.

1.ª fase – a água dos oceanos, dos rios e de outras águas de superfícies e das folhas das plantas evapora-se, passando a fazer parte da atmosfera. Aí, o vapor de água vai interagir com outras substâncias químicas (óxidos de enxofre, de azoto...) provenientes de veículos motorizados e indústrias, por exemplo.

2.ª fase – o vapor de água da atmosfera pode, eventualmente, condensar (devido a arrefecimento na atmosfera) e dar origem a precipitação (chuva, neve, granizo). Se reage com os poluentes da atmosfera referidos anteriormente, dá origem a chuvas ácidas (NOTA), arrastando também as partículas que se encontram em suspensão na atmosfera.

3.ª fase – quando a água cai na Terra sob a forma de chuva, neve ou granizo, ela flui à superfície do solo, chegando, por vezes, a atingir as águas de superfície (correntes, lagos e rios) ou penetrando no próprio solo (atingindo os aquíferos). Este deslizamento é vulnerável à poluição porque recolhe, à medida que flui, químicos tóxicos e desperdícios orgânicos de proveniência diversa.

NOTA São largamente noticiadas chuvas ácidas no Norte da Europa, na América do Norte e na floresta tropical de África que provocam a destruição da vida animal e vegetal nos lagos, prejuízos nas florestas e culturas, a contaminação de águas costeiras, fazendo perigar a vida marinha dessas regiões, a erosão de algumas estruturas e a contaminação da água potável. Embora pesquisas recentes tenham chegado à conclusão que as chuvas ácidas resultam de causas naturais, os óxidos de enxofre e azoto provenientes das combustões do petróleo e seus derivados, do carvão e dos motores dos automóveis aumentam o problema.

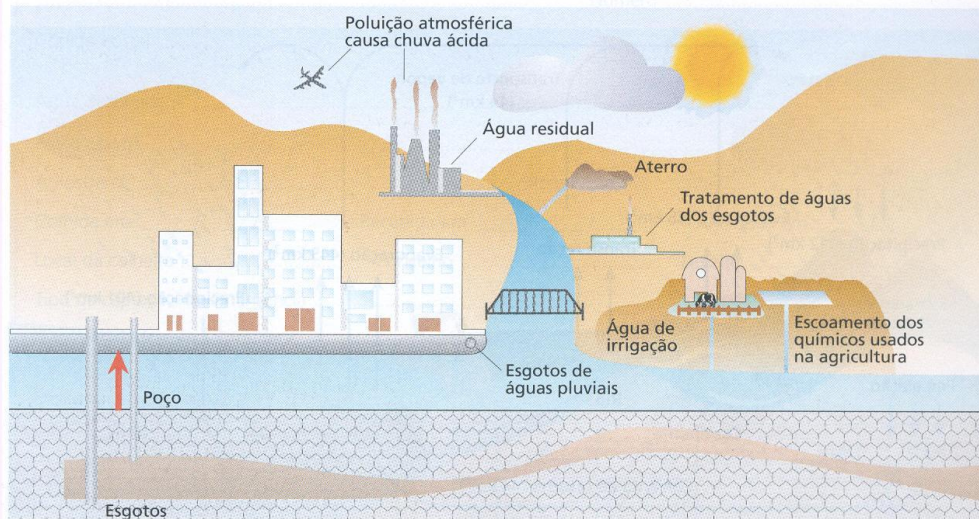


Fig. 29 - Fontes de poluição de água.

Mas, apesar de tanta poluição e contaminação, ainda existem (alguns) aquíferos e águas de superfície de alta qualidade que permitem uma captação e consumo sem qualquer tratamento!

Isto não é, no entanto, uma situação vulgar, sobretudo em zonas de grande densidade populacional, industrial ou agrícola. Aqui, as águas captadas têm de ser sujeitas a vários estádios de tratamentos antes da sua distribuição...

Da mesma forma, as águas residuais, tanto de usos domésticos como da indústria ou agricultura, têm de ser tratadas para serem recuperadas e lançadas novamente na Natureza...

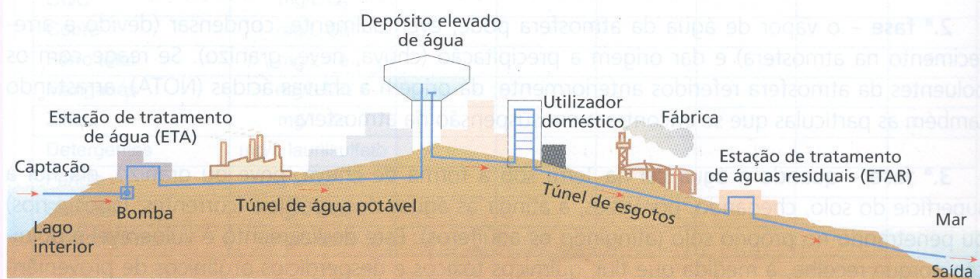


Fig. 30 - Esquema do circuito de água desde a recolha até ao lançamento no mar.

6.1. Tratamento de águas para uso doméstico

Uma água, que é captada directamente de um lago ou de um rio, pode conter impurezas altamente prejudiciais à saúde se consumida sem tratamento algum.

Estas impurezas, que também podem conferir sabor e cheiro desagradáveis à água em questão, podem ser agrupadas em três categorias:

- físicas – se forem materiais não dissolvidos na água, fazendo com que ela se apresente “suja” e “turva”;
- químicas – se forem substâncias dissolvidas na água tanto por processos naturais como antropogénicos;
- biológicas – se forem vírus, bactérias, algas ou outros pequenos seres vivos.

Basicamente, um tratamento de águas para consumo doméstico é constituído por 4 fases: coagulação/floculação, sedimentação, filtração e desinfecção, que se podem esquematizar por:

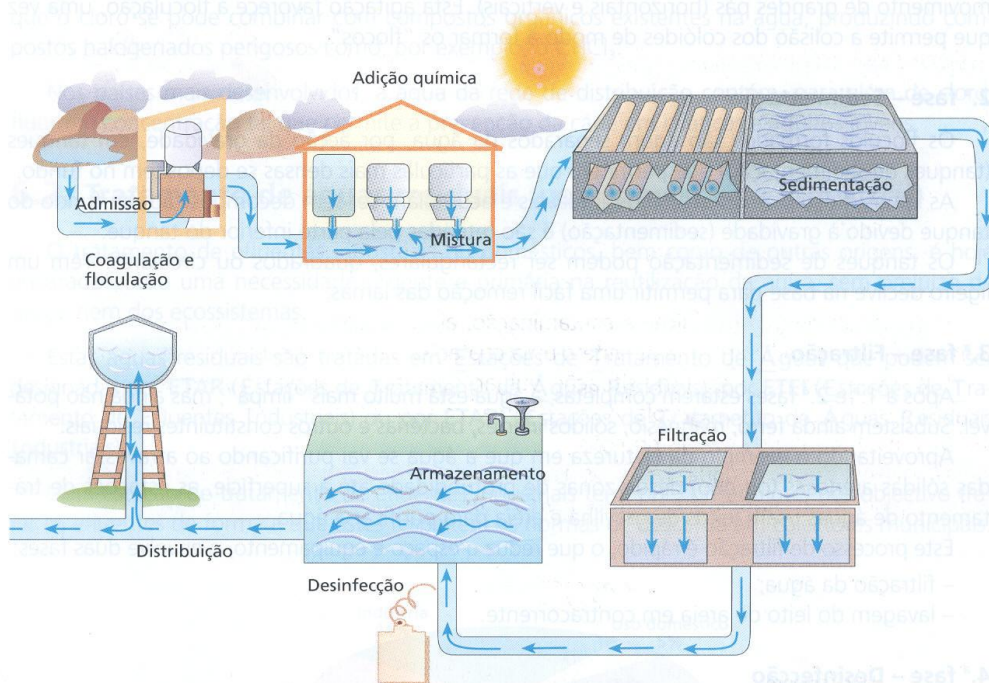


Fig. 31 – Fases do tratamento de uma água para consumo doméstico.

A água é colectada, normalmente, a uma distância de 3 a 4 km da Estação de Tratamento de Águas (ETA) e passa por crivos antes de iniciar o processo, de forma a evitar a entrada das partículas de maior dimensão.

1.ª fase – Coagulação/floculação

A água, após reter as partículas de maior dimensão, ainda pode apresentar turvação, a qual se deve, sobretudo, a partículas coloidais de argila e lama.

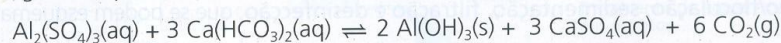
Estas partículas, por possuírem cargas electrostáticas do mesmo sinal, não se atraem, consequentemente, não se aglomeram de forma natural em partículas de maiores dimensões.

Para efectivar esta aglomeração, é necessária a adição de **coagulantes** químicos (por exemplo, sulfato de alumínio), que têm como funções:

- a – neutralizar a carga eléctrica (coagulação);
- b – promover a colisão entre as partículas (floculação).

Exemplo:

Numa água com carbonatos, o sulfato de alumínio reage, podendo essa reacção ser traduzida pela seguinte equação química:



Estas operações são normalmente realizadas em tanques com agitação, provocada pelo movimento de grandes pás (horizontais e verticais). Esta agitação favorece a floculação, uma vez que permite a colisão dos colóides de modo a formar os “flocos”.

2.ª fase – Sedimentação

Os flóculos formados são agora separados da água, por acção da gravidade, em tanques (tanques de sedimentação) que permitem que as partículas mais densas se depositem no fundo.

As lamas (flóculos) não são biodegradáveis e acumulam-se, sem decomposição, no fundo do tanque devido à gravidade (sedimentação) e são retiradas pela parte inferior do tanque.

Os tanques de sedimentação podem ser rectangulares, quadrados ou circulares. Têm um ligeiro declive na base para permitir uma fácil remoção das lamas.

3.ª fase – Filtração

Após a 1.ª e 2.ª fases estarem completas, a água está muito mais “limpa”, mas ainda não potável. Subsistem ainda ferro, magnésio, sólidos inertes, bactérias e outros constituintes residuais.

Aproveitando o exemplo da Natureza em que a água se vai purificando ao atravessar camadas sólidas arenosas (ou não) desde zonas de profundidade até à superfície, as estações de tratamento de águas usam leitos de gravilha e areia para purificar a água.

Este processo de filtração é rápido, o que reduz o espaço e equipamento, e envolve duas fases:

- filtração da água;
- lavagem do leito de areia em contracorrente.

4.ª fase – Desinfecção

A água, após filtração, sedimentação e arejamento, é desinfectada em tanques de cloração onde são eliminados os microrganismos, principalmente os patogénicos.

O cloro é adicionado em quantidades calculadas previamente, para que a sua concentração final na água seja a adequada para utilização, mantendo, no entanto, um nível residual de cloro que assegure uma desinfecção em situações imprevistas de aumento de concentrações bacteriológicas.

Esta acção bacteriológica do cloro é consequência da existência das espécies HClO e ClO^- , que são verdadeiros desinfectantes e constituem o chamado “cloro livre” da água.



A destruição dos microrganismos patogénicos, por adição de cloro à água, pode ser realizada:

- à entrada do processo – **pré-cloração**;
- no final do processo – **pós-cloração**;
- à entrada e no final – **supercloração**.

No final da desinfecção, adiciona-se dióxido de enxofre à água tratada, que se combina com o excesso de cloro, levando este a atingir teores aceitáveis para um possível tratamento seguinte.

Este tratamento consiste em adicionar solução aquosa de amoníaco à água tratada, de forma a estabilizar o cloro dissolvido (evitando a evaporação) e permitir a sua permanência durante períodos mais longos de tempo, tornando a água “segura” após o transporte até aos consumidores.

Desconhecem-se, ainda, os efeitos secundários que o cloro provoca. Sabe-se, no entanto, que o cloro se pode combinar com compostos orgânicos existentes na água, produzindo compostos halogenados perigosos como, por exemplo, o CHCl_3 .

Nos países mais desenvolvidos, a água da rede de distribuição contém, para além de cloro, flúor em concentração tal que permite a prevenção da cárie em crianças e adultos jovens.

6.2. Tratamento de águas residuais (uso doméstico e industrial)

O tratamento de efluentes industriais ou domésticos, bem como de outras origens, é hoje encarado como uma necessidade urgente e primária na reutilização da água, sem prejuízo da saúde nem dos ecossistemas.

Estas águas residuais são tratadas em Estações de Tratamento de Águas que podem ser designadas por ETAR (Estações de Tratamento de Águas Residuais), por ETEI (Estações de Tratamento de Efluentes Industriais) ou por ETARI (Estações de Tratamento de Águas Residuais Industriais).

Uma estação de tratamento de efluentes industriais tem, por conseguinte, por objectivo tratar os efluentes de forma a que estes respeitem as normas de descarga em colectores municipais.

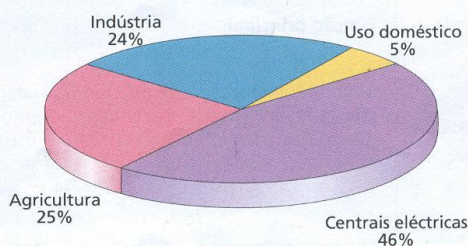


Fig. 32 – Proveniência das águas residuais.

As águas que circulam num colector municipal podem ser constituídas por águas pluviais, residuais domésticas e residuais industriais.

As descargas de águas pluviais apenas aumentam o volume do caudal, havendo unicamente problema na capacidade de escoamento para os colectores (cidades inundadas depois de poucos minutos de chuvas é notícia usual em toda a imprensa!).

Os efluentes de origem doméstica também aumentam o caudal de águas residuais e, normalmente, só necessitam de tratamentos primários e secundários.

Os efluentes industriais acarretam problemas bem mais graves, uma vez que as suas descargas não são uniformes e dependem do tipo de indústria e da existência ou não de estação de tratamento à saída da fábrica.

A escolha do conjunto de tratamentos (físicos, químicos e biológicos), que irão constituir uma determinada estação de tratamento, baseia-se num estudo prévio de caracterização do efluente, normalmente realizado durante vários meses.

O processo de tratamento escolhido depende, portanto:

- do tipo de efluente;
- da carga orgânica;
- do conteúdo em elementos perigosos (metais pesados, por exemplo).

Basicamente, uma estação de tratamento de efluentes tem como objectivo remover:

- sólidos (matéria orgânica, metais “pesados”, pedras, areias, folhas...);
- compostos orgânicos biodegradáveis;
- organismos patogénicos.

A associação destes tratamentos é, normalmente, agrupada em três conjuntos de operações que se designam por tratamentos primários, secundários e terciários.

Quadro 10 – Função dos tratamentos de águas.

Tratamento primário Mecânico	Tratamento secundário Físico e biológico	Tratamento terciário Físico e químico
<p>Função principal:</p> <p>Remoção mecânica, por sedimentação, da maior parte da matéria sólida.</p> <p>Eficiência de remoção: ≈ 50%</p>	<p>Função principal:</p> <p>Maior sedimentação de sólidos, mas também remoção bacteriológica de outros sólidos e outros poluentes.</p> <p>Eficiência de remoção: ≈ 65%</p>	<p>Função principal:</p> <p>Tratamento químico que permite a remoção de sólidos residuais e nutrientes como o fósforo, por exemplo.</p> <p>Eficiência de remoção: ≈ 80%</p>

Para além destes três tratamentos poderá, eventualmente, haver necessidade de um tratamento preliminar.

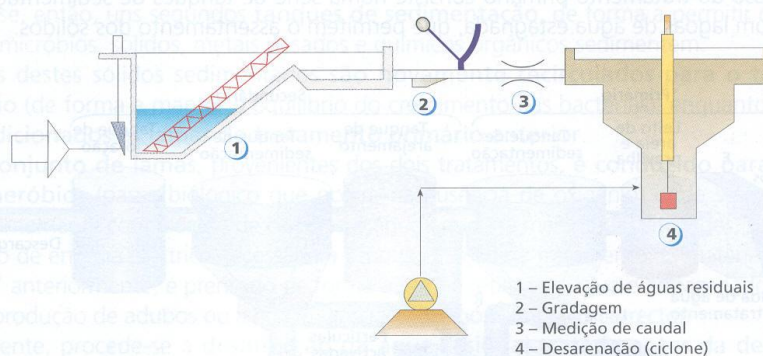


Fig. 33 – Tratamento preliminar.

Aqui, removem-se papéis, toalhas..., por meio de uma gradagem do efluente, fazendo-o passar por crivos onde o material fica retido. Após esta operação, o efluente passa por um "ciclone" onde a areia e gravilha ficam retidas, evitando assim possíveis danos nas bombas e tubagens das etapas seguintes do tratamento.

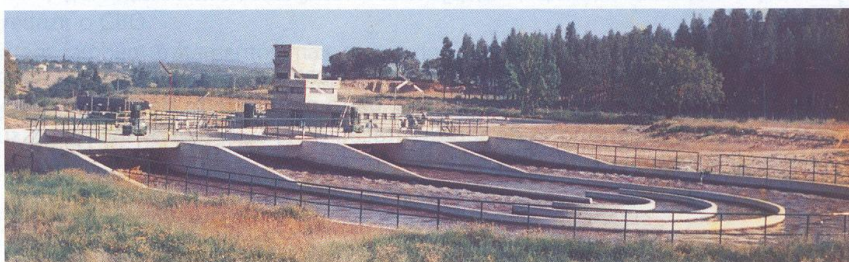


Fig. 34 – ETAR aeróbia do centro fabril da UNICER, em Santarém.

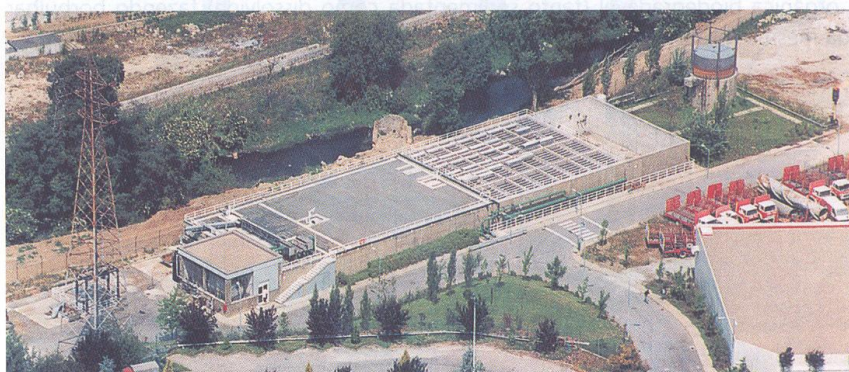


Fig. 35 – ETAR anaeróbia do centro fabril da Unicer, em Leça do Balio.

6.2.1. Tratamento primário

O processo do tratamento primário consiste numa série de tanques de sedimentação, muito parecidos com lagoas de água estagnada, que permitem o assentamento dos sólidos.

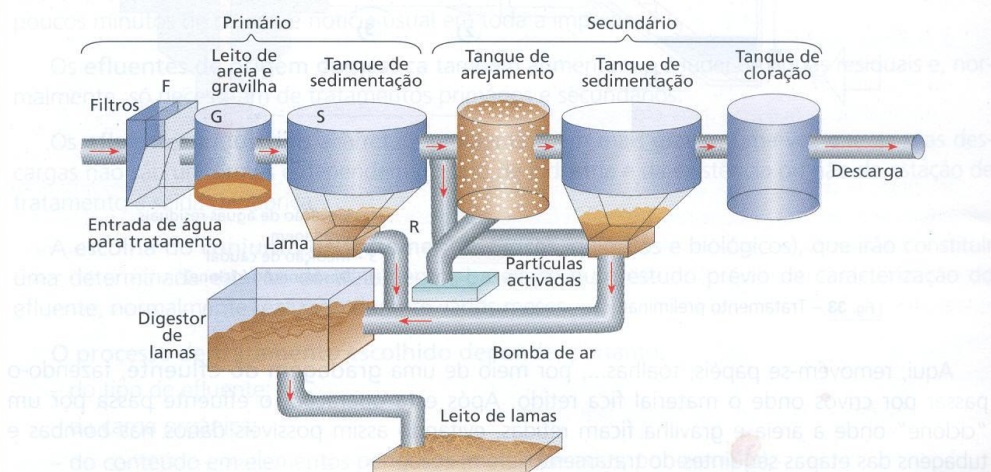


Fig. 36 – Esquema de um tratamento primário, seguido de um secundário (Fonte: Miller).

Assim que o efluente entra na estação de tratamento passa por um conjunto de filtros que retêm os sólidos de maiores dimensões. Em seguida, passa por um leito de areia e gravilha e, finalmente, entra num grande tanque de sedimentação onde assentam os sólidos em suspensão que vão formar as lamas primárias.

A água residual entra então na fase correspondente ao tratamento secundário.

6.2.2. Tratamento secundário

O processo usado num tratamento secundário tem como objectivo remover a maior parte da matéria orgânica biodegradável (tanto sedimentada como dissolvida) fazendo borbulhar ar na água – da mesma forma que rápidos e quedas de água arejam uma corrente natural.

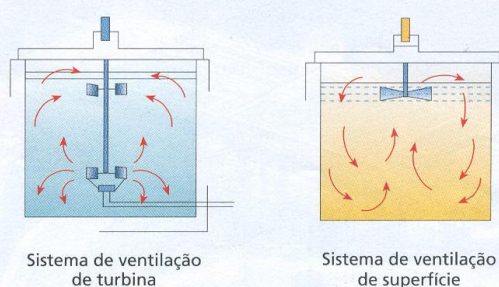


Fig. 37 – Equipamento de ventilação.

Micróbios e outros organismos microscópicos, como bactérias e protozoários, são assim estimulados a consumir a matéria orgânica biodegradável em grandes **tanques de arejamento**.

Usam-se, então, uns segundos **tanques de sedimentação**, de forma a permitir que a maior parte dos micróbios, sólidos, metais pesados e químicos orgânicos sedimentem.

Alguns destes sólidos sedimentados **são novamente recirculados para o tratamento secundário** (de forma a manter o equilíbrio do crescimento das bactérias), enquanto os restantes são adicionados às lamas do **tratamento primário anterior**.

Este conjunto de lamas, provenientes dos dois tratamentos, é **conduzido para biodigestores anaeróbios** (passo biológico que ocorre na ausência de oxigénio) onde se produz o gás metano (juntamente com dióxido de carbono e água), que, na maioria das situações, se utiliza para a produção de energia eléctrica necessária à própria estação de tratamento. O material sólido, não “digerido” anteriormente, é prensado de forma a ser-lhe retirada a água e armazenado até ser utilizado na produção de adubos ou lançado directamente no solo como corrector.

Finalmente, procede-se à **desinfecção da água residual tratada antes da descarga nos colectores**.

6.2.3. Tratamento terciário

O tratamento terciário inclui uma variedade de processos que se adicionam ao tratamento secundário para poder responder a alguns problemas particulares de qualidade de água.

As tecnologias utilizadas nesta fase dependem das características das águas residuais.

Podem, assim, ser removidos alguns sólidos suspensos remanescentes, azoto, fósforo..., bem como reduzir o CBO.

Existem também tratamentos mais avançados que podem remover alguns metais, produtos químicos e outros tipos de contaminantes.

Como acontece nos tratamentos anteriores, a água antes de ser lançada no ambiente deve sofrer desinfecção, por cloração, por ozono ou por raios UV.

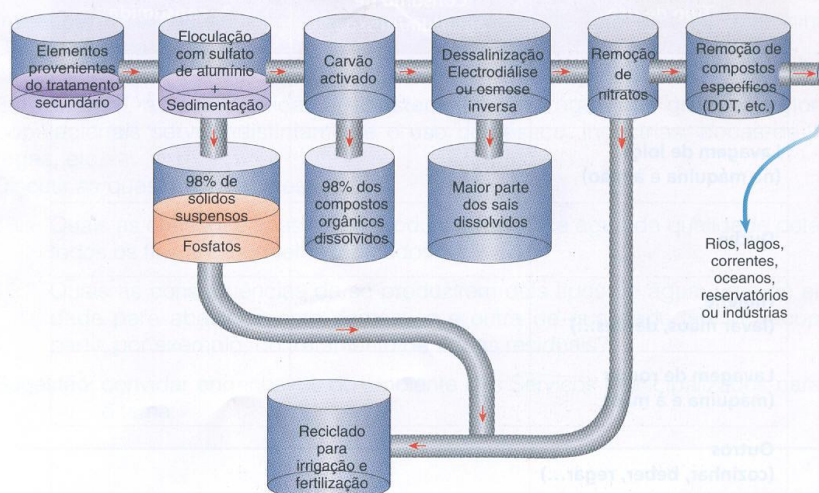


Fig. 38 – Tratamentos terciários. (Fonte: Miller)