

# MÉTODOS DE CONTROLE DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS

*Autor: Lineu José Bassoi*

## 1 INTRODUÇÃO

O campo da engenharia sanitária tem evoluído rapidamente no desenvolvimento de métodos para o tratamento de águas residuárias. Isso ocorre principalmente devido às exigências cada vez maiores dos órgãos públicos de controle do meio ambiente, como resposta ao interesse da saúde pública, às crescentes condições adversas causadas pela descarga de águas residuárias e a uma maior cobrança da sociedade na defesa do meio ambiente.

A descrição e o estudo dos diversos processos utilizados no tratamento das águas residuárias estão amplamente divulgados em centenas de bibliografias técnicas, específicas sobre cada um.

O enfoque dado neste texto é identificar e discutir os princípios básicos de unidades para o tratamento de águas residuárias.

## 2 TIPOS DE PROCESSOS DE TRATAMENTOS

As características de uma água residuária, correlacionadas com as exigências legais, definem o sistema de tratamento mais adequado para sua depuração. Obviamente juntam-se a elas os fatores área e custo.

Um sistema de tratamento de águas residuárias é constituído por uma série de operações e processos que são empregados para a remoção de substâncias indesejáveis de água ou para transformação em outras de forma aceitáveis.

Os processos de tratamento são reunidos em grupos distintos a saber :

- a) Processos físicos
- b) Processos químicos
- c) Processos biológicos

A remoção de substâncias indesejáveis de uma água residuária envolve a alteração de suas características físicas, químicas e/ou biológicas. A utilização de qualquer um dos processos acima poderá concorrer para essas alterações. um caso típico está na alteração das características químicas, físicas e biológicas, ao submeter-se o esgoto sanitário a um processo físico de sedimentação de sólidos.



## a) PROCESSOS FÍSICOS

Os processos físicos são assim definidos devido aos fenômenos físicos que ocorrem na remoção ou transformação de poluentes das águas residuárias. Basicamente os processos físicos são utilizados para separar sólidos em suspensão nas águas residuárias, mas também podem ser utilizadas para equalizar e homogeneizar um efluente. Nesses casos estão incluídos :

- ⇒ Remoção de sólidos grosseiros
- ⇒ Remoção de sólidos sedimentáveis
- ⇒ Remoção de sólidos flutuantes
- ⇒ Remoção da umidade do lodo
- ⇒ Homogeneização e equalização de efluentes
- ⇒ Diluição de águas residuárias

Os processos físicos utilizados para as finalidades acima envolvem dispositivos ou unidades de tratamento como:

- ⇒ Grades de limpeza manual ou mecanizada
- ⇒ Peneiras estáticas, vibratórias ou rotativas
- ⇒ Caixas de areia simples ou aeradas
- ⇒ Tanques de retenção de materiais flutuantes
- ⇒ Decantadores
- ⇒ Flotadores a ar dissolvido
- ⇒ Leitões de secagem de lodo
- ⇒ Filtros prensa e a vácuo
- ⇒ Centrífugas
- ⇒ Filtros de areia
- ⇒ Adsorção em carvão ativado para a remoção de sólidos em dissolução.

Estas unidades e dispositivos tem funções bem definidas e a utilização de uma muitas vezes substitui ou incorpora a de outras, dependendo das características das águas residuárias.

As grades e as peneiras de um modo geral são utilizadas para remoção de sólidos grosseiros e tem como função básica a proteção de equipamentos, tubulações e das unidades do sistema de tratamento. Os tipos de grades e peneiras são estabelecidos em função das características dos sólidos a serem removidos e das unidades subsequentes do sistema. Em muitos casos as peneiras, por apresentarem aberturas muito pequenas, em torno de 0,25 a 1,0 mm, são substituídas em unidades de decantação.

As caixas de areia são utilizadas para a remoção de partículas de areia, com dimensões maiores que 0,2 mm de diâmetro, e tem como função básica, também, a proteção de equipamentos e tubulações contra abrasão e unidades do sistema contra assoreamento.

Os tanques de retenção de materiais flutuantes, quando necessários, são utilizados para a remoção de gorduras, óleos e graxas e outras substâncias com densidade menor que a da água. Da mesma forma que as grades e



peneiras, por removerem materiais grosseiros, tem a função de proteger as unidades subsequentes, neste caso, contra entupimentos de tubulações em paredes de tanques, formação de espumas, etc.

Os decantadores tem como finalidade a remoção de sólidos sedimentáveis, em suspensão na água residuária. Pode ser utilizado no início do sistema ou como unidade de depuração final, após processos físico-químicos ou biológicos. Os sólidos removidos podem ser de natureza orgânica ou inorgânica e dependendo de sua função no processo pode ser denominado de primário, secundário ou até, terciário.

Os decantadores podem ser quadrados, retangulares e circulares, com remoção do lodo por meios mecânicos e hidráulicos.

Os flotores a ar dissolvidos requerem a pressurização prévia dos efluentes ou de parte dele e a dissolução de ar em quantidade proporcional à concentração de sólidos em suspensão nos efluentes. Com a despressurização do líquido no flotor, as microbolhas de ar formadas, arrastam para a superfície os sólidos em suspensão.

Esse tipo de processo é utilizado quando os sólidos a serem removidos possuem densidades muito próximas a da água, que impedem sua remoção por sedimentação simples, ou ainda quando se necessita utilizar ou se dispõe de pouca área.

Os leitos de secagem de lodo são unidades de desidratação parcial do lodo, ao ar livre, às vezes cobertas, utilizadas para pequenos volumes e, no caso de lodo biológico, digerido aerobicamente ou anaerobicamente. Quando se tem grandes volumes de lodo, a utilização de equipamentos mecânicos como filtros prensa, à vácuo e centrífuga é recomendada.

Os filtros de areia são pouco utilizados em tratamento de águas residuárias, mas podem eventualmente servir para uma remoção de sólidos em suspensão, em baixas concentrações, antes do lançamento num corpo receptor.

A adsorção em carvão ativado costuma ser utilizada para a remoção de sólidos dissolvidos nas águas residuárias, que é de natureza orgânica, que causam cor, como de natureza inorgânica, como os metais pesados.

Finalmente, os tanques de equalização de vazão e/ou de homogeneização são utilizados com finalidade de facilitar o tratamento das águas residuárias, diminuindo a capacidade de bombas, as dimensões de tanques e evitando choques de cargas nas unidades.

## **b) PROCESSOS QUÍMICOS**

São os processos onde a utilização de produtos químicos é necessária para aumentar a eficiência de remoção de um elemento ou substância, modificar seu estado ou estrutura, simplesmente alterar suas características químicas. A



utilização do alumínio como núcleo de coagulação e floculação, a acidificação de um efluente visando a quebra de emulsão de certos óleos e graxas e o ajuste de pH de uma solução para a precipitação de metais na forma de óxido e hidróxidos, são exemplos de processos químicos de tratamento de águas residuárias. Quase sempre são utilizados conjugados a processos físicos e algumas vezes a processos biológicos.

Os principais são:

- ⇒ Coagulação- Floculação
- ⇒ Precipitação química
- ⇒ Oxidação
- ⇒ Cloração
- ⇒ Neutralização ou correção do pH

Esses processos são utilizados para a remoção de sólidos em suspensão coloidal ou mesmo dissolvidos, substâncias que causam cor e turbidez, odoríferas, metais pesados e óleos emulsionados. Outros exemplos da utilização de processos químicos, mesmo que conjugados a processos físicos e biológicos são:

- ⇒ Ajuste do pH para condicionar um efluente para o tratamento biológico
- ⇒ Coloração para eliminação de organismos patogênicos
- ⇒ Adição de polieletrólitos como auxiliar de floculação
- ⇒ Oxidação de sulfetos com  $O_2$  ou  $H_2O_2$ .
- ⇒ Neutralização e acerto do pH.

### **c) PROCESSOS BIOLÓGICOS**

São considerados como processos biológicos de tratamento de águas residuárias aqueles que dependem da ação de microorganismos aeróbios ou anaeróbios. Os fenômenos inerentes à respiração e à alimentação desses microrganismos são predominantes na transformação da matéria orgânica, sob a forma de sólidos dissolvidos e em suspensão, em compostos simples como sais minerais, gás carbônico, água e outros.

Os processos biológicos procuram reproduzir, em dispositivos racionalmente projetados, os fenômenos biológicos observados na natureza, condicionando-os em área e tempo economicamente justificáveis. Os processos biológicos dividem-se em aeróbios e anaeróbios.

Os processos biológicos usuais são:

- ⇒ Lodos ativados e suas variações
- ⇒ Filtro biológico anaeróbio ou aeróbio
- ⇒ Lagoas aeradas
- ⇒ Lagoas de estabilização facultativas e anaeróbias
- ⇒ Digestores anaeróbios de fluxo ascendente



O processo de lodos ativados pode ser definido como um sistema no qual uma massa biológica que cresce e floclula é continuamente recirculada e colocada em contato com a matéria orgânica do despejo líquido afluyente ao sistema, em presença de oxigênio.

O oxigênio é normalmente proveniente de bolhas de ar injetado, através de difusores dentro da mistura lodo/líquido, sob condições de turbulência, ou por aeradores mecânicos de superfície. O processo possui uma unidade de separação de sólidos, de onde o lodo separado é continuamente retornado ao tanque de aeração para mistura com as águas residuárias, como também é descartado quando em excesso.

A grande concentração de lodo biológico mantida no tanque de aeração permite que o processo de tratamento ocorra num período de tempo curto, se comparado com o processo natural de depuração que ocorre num corpo d'água.

As lagoas de estabilização facultativas ou anaeróbias são grandes tanques escavados no solo, com taludes de terra, nos quais as águas residuárias são tratadas por processos naturais controlados unicamente pela vazão dos efluentes, além da eventual dosagem de produtos químicos para ajuste de pH ou dosagem de nutrientes.

As lagoas anaeróbias são dimensionadas para receber elevadas cargas orgânicas e funcionam sem oxigênio livre (dissolvido). As lagoas facultativas possuem uma camada superior com o desenvolvimento de algas e microrganismos aeróbios que se encontram numa "simbiose". Enquanto as algas realizam a fotossíntese, consumindo o gás carbônico e liberando oxigênio, os microrganismos oxidam a matéria orgânica utilizando o oxigênio e liberando o gás carbônico. Na camada do fundo o processo anaeróbio de desenvolve como numa lagoa anaeróbia.

As lagoas são providas de aeradores ou dispositivos de introdução de oxigênio, suprimindo a ausência de algas que ali não proliferam devido à intensa agitação da massa líquida.

Nos filtros biológicos aeróbios, que são tanques com enchimento de pedras ou elementos plásticos, ocorre o desenvolvimento de uma fina camada de microrganismos aeróbios. A água residuária percolando pelo filtro e em contato com o filme biológico, tem sua matéria orgânica absorvida pela massa biológica, onde é estabilizada pelos microrganismos.

### 3 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO

Os sistemas de tratamento de águas residuárias, englobando um ou mais processos descritos, são classificados em função do tipo de material a ser removido e da eficiência de sua remoção em:



**a) tratamento preliminar** tem a finalidade de remover sólidos grosseiros e é aplicado normalmente a qualquer tipo de água residuária. Consiste de grade, peneiras, caixas de areia, caixas de retenção de óleos e graxas.

**b) Tratamento primário** Recebe essa denominação nos sistemas de tratamento de águas residuárias de natureza orgânica, muito embora seja utilizado para qualquer tipo de despejo. Tem a finalidade de remover resíduos finos dos efluentes. Consiste de tanque de flotação, decantadores, fossas sépticas, floculação/decantação.

**c) Tratamento secundário** É utilizado para a depuração de águas residuárias através de processos biológicos e tem a finalidade de reduzir o teor de matéria orgânica solúvel nos despejos. Consiste de lodos ativados e suas variações, filtros biológicos, lagoas aeradas, lagoas de estabilização, digestor anaeróbio de fluxo ascendente e sistemas de disposição no solo.

**d) Tratamento Terciário** É um estágio avançado de tratamento de águas residuárias e visa a remoção de substâncias não eliminadas a níveis desejados nos tratamentos anteriores como nutrientes, microrganismos patogênicos, substâncias que causam cor nas águas, etc. Consiste de lagoas de maturação, cloração, ozonização, filtros de carvão ativo, precipitação química em alguns casos.

**e) Tratamento de lodo** Utilizado para todos os tipos de lodos, visa a sua desidratação ou adequação para disposição final. Consiste de leitos de secagem, centrífugas, filtros prensa, filtros a vácuo, digestão aeróbia ou anaeróbia, incineração, disposição no solo.

**f) Tratamento físico - químico** Basicamente utilizado para águas residuárias de natureza inorgânica visa a remoção de sólidos em todas as formas e a alteração das características físicas químicas das águas residuárias. Também utilizado para remoção de sólidos em suspensão de efluentes de natureza orgânica. Consiste em coagulação/floculação, precipitação química, oxidação, neutralização.

Da mesma forma que um sistema de tratamento engloba vários processos, também é constituído de tratamentos de diversos níveis como os descritos.

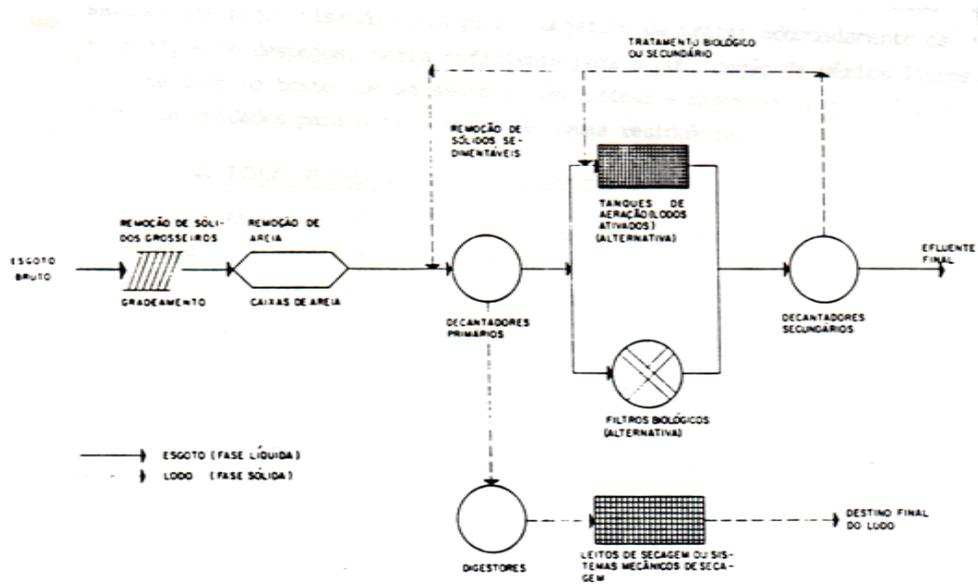
A seguir são apresentados alguns sistemas de tratamentos normalmente utilizados para esgotos sanitários e efluentes industriais, exemplificando o exposto.

EFLUENTE/SISTEMA DE TRATAMENTO

Esgotos Sanitários	Processo	Tratamento
Grade	Físico	Preliminar
Caixa de areia	Físico	Preliminar
Calha parshall	--	--



Decantador primário	Físico	Primário
Lodos ativos	Biológico	Secundário
Cloração	Químico	Terciário
<b>Abatedouro bovino</b>		
Peneira estática	Físico	Preliminar
Caixa de gordura	Físico	Preliminar
Lagoas anaeróbias	Biológico	Secundário
Lagoa facultativa	Biológico	Secundário
<b>Indústria têxtil</b>		
Peneira	Físico	Preliminar
Tanque de equalização/homogen.	Físico	-
Tanque de ajuste de pH	Químico	Primário
Lodos ativos	Biológico	Secundário
Filtro de carvão ativo	Físico	Terciário
<b>Galvanoplastia</b>		
Tanques de oxidação de CN	Químico	-
Tanque de redução de Cr6	Químico	-
Tanque de precipitação/decantação	Químico/físico	Primário
<b>Indústrias de Óleos Vegetais</b>		
Grade	Físico	Preliminar
Tanque de equalização/homogen.	Físico	-
Tanque de floculação	Químico	Primário
Tanque de decantação	Físico	Primário
Lagoas aeradas	Biológico	Secundário
<b>Curtumes</b>		
Tanque de oxidação de sulfetos	Químico	-
Peneiras	Físico	Preliminar
Caixa de gordura	Físico	Preliminar
Decantador primário	Físico	Primário
Lagoas aeradas	Biológico	Secundário



**Figura 1 – Fluxograma de uma estação de tratamento convencional de esgotos.**