

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CURSO: ENGENHARIA AGRÍCOLA

*SANEAMENTO AMBIENTAL*

Prof. Edmilson Cesar Bortoletto

2017

- Saúde→ É o completo bem-estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doenças e infecções (OMS).

- Saúde pública→ É a ciência e a arte de promover, proteger e recuperar a saúde, por meio de medidas de alcance coletivo e de motivação da população.

- A saúde pública cumpre principalmente as funções de educar e prevenir.

- A saúde pública tem como principais colaboradores a medicina preventiva e social e o saneamento.

Saneamento do meio → Estuda as relações do homem com o meio físico. É definido como sendo o controle de todos os fatores que podem exercer efeitos nocivos sobre seu bem-estar físico, mental ou social (OMS).

As atividades do saneamento envolvem, principalmente :

- abastecimento de água;
- sistema de esgotos (domésticos, industriais e águas pluviais);
- acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e ou destino final dos resíduos sólidos (lixo);

- saneamento dos alimentos;
- controle da poluição ambiental (água, ar, solo, acústica e visual);
- controle de artrópodes e de roedores de importância em saúde pública;
- saneamento da habitação, dos locais de trabalho, de educação e de recreação e dos hospitais;
- saneamento dos meios de transporte;
- saneamento em situação de emergência;
- aspectos diversos de interesse no saneamento do meio (cemitérios, aeroportos, ventilação, iluminação, insolação, etc. ).

## **SANEAMENTO BÁSICO**

– se restringe ao abastecimento de água e disposição de esgotos.

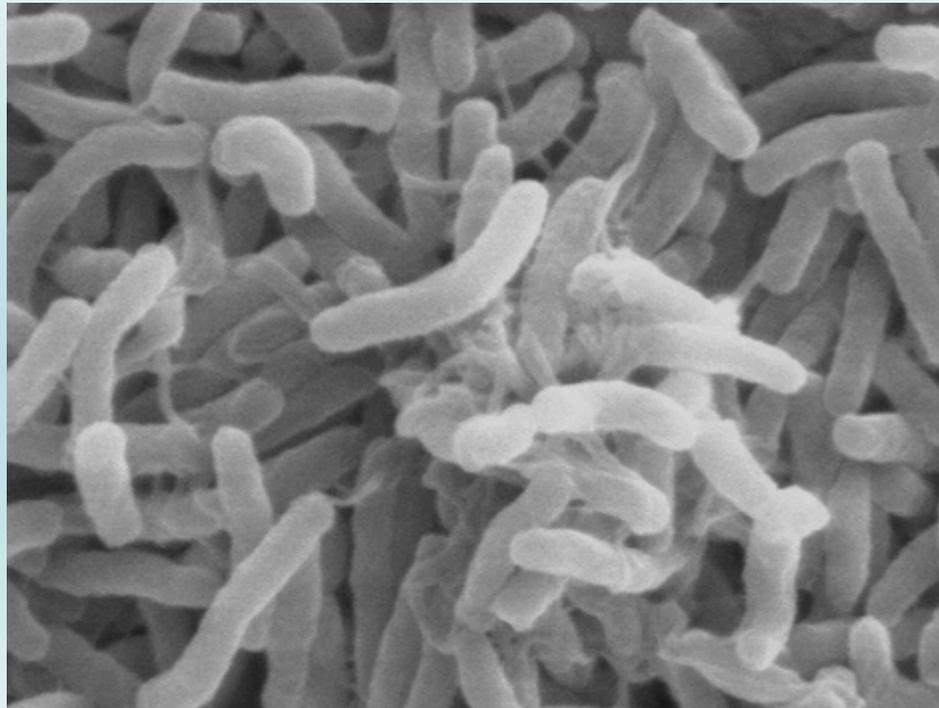
## **SANEAMENTO AMBIENTAL**

- investimentos em saneamento, principalmente no tratamento de esgotos, diminui a incidência de doenças e internações hospitalares e evita o comprometimento dos recursos hídricos.

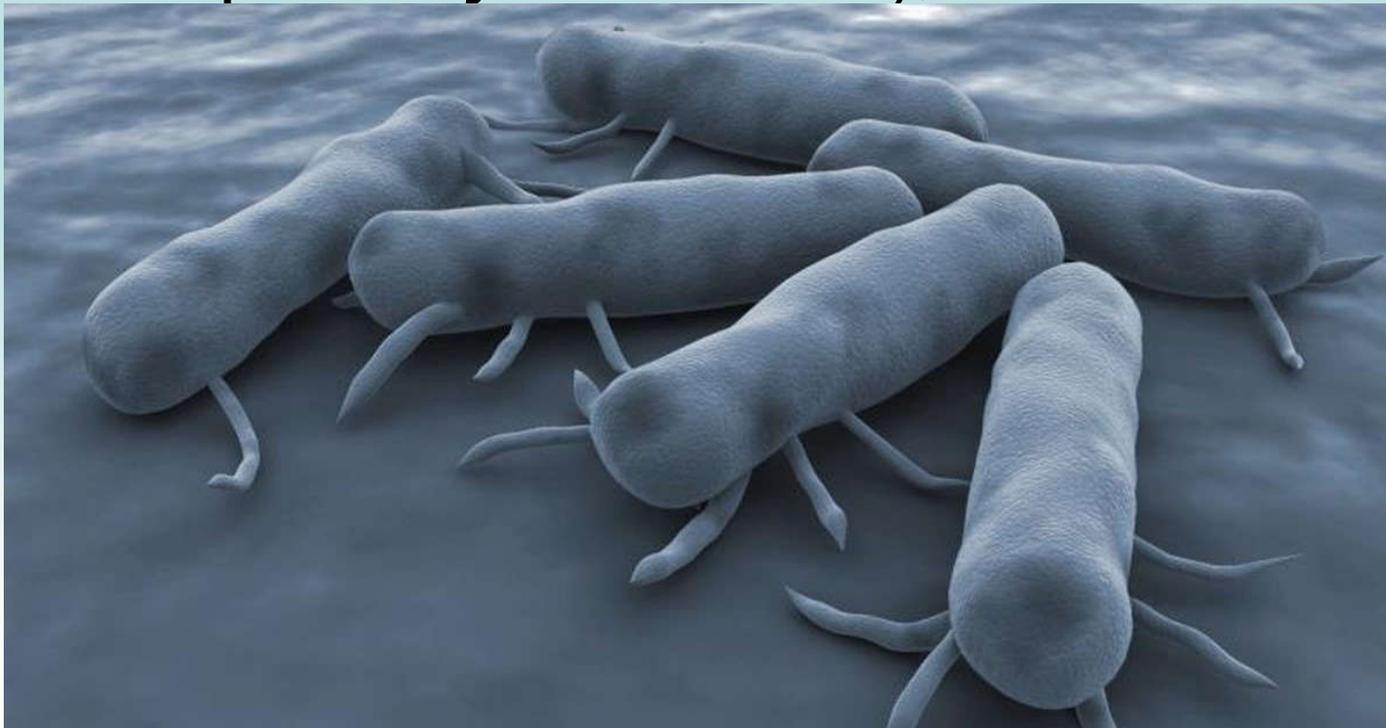
# DOENÇAS RELACIONADAS COM A ÁGUA

Primárias – processo de transmissão tem a água como veiculação principal. Geralmente a contaminação do indivíduo se dá por ingestão da água infectada.

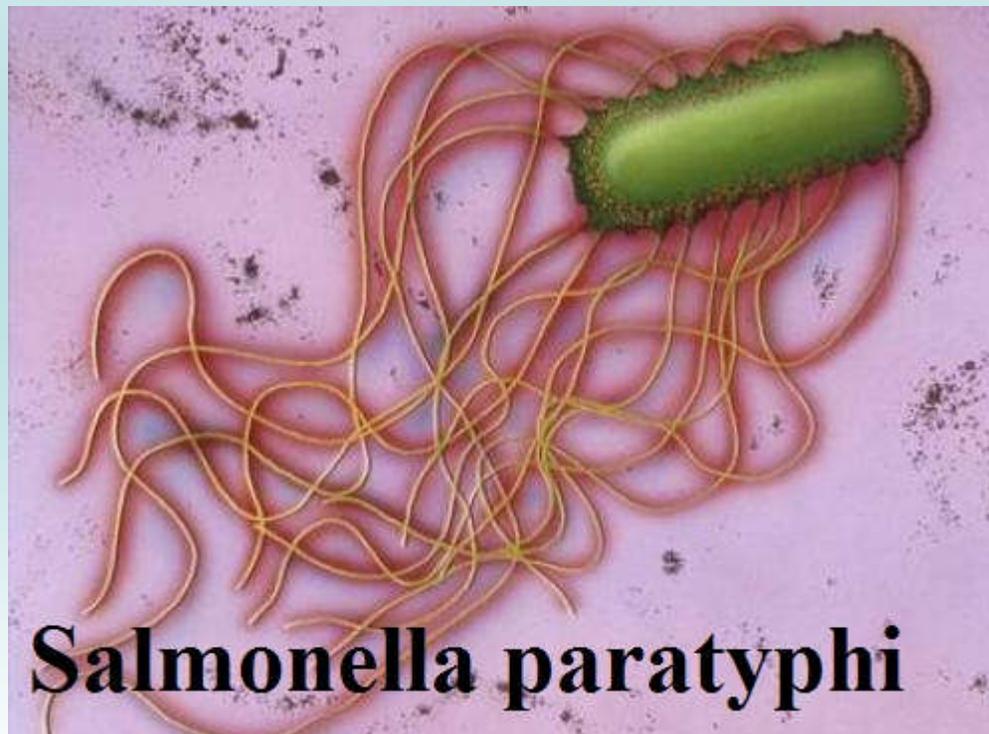
- *cólera* (doença infecciosa aguda provocada pelo *vibrião colérico*);



- *febre tifóide* (Doença infecciosa causada pela *Salmonella Typhi*, e que se prolonga por várias semanas e inclui em seu quadro clínico cefaleia, febre contínua, apatia, erupção cutânea, podendo, eventualmente, ocorrer perfuração intestinal);

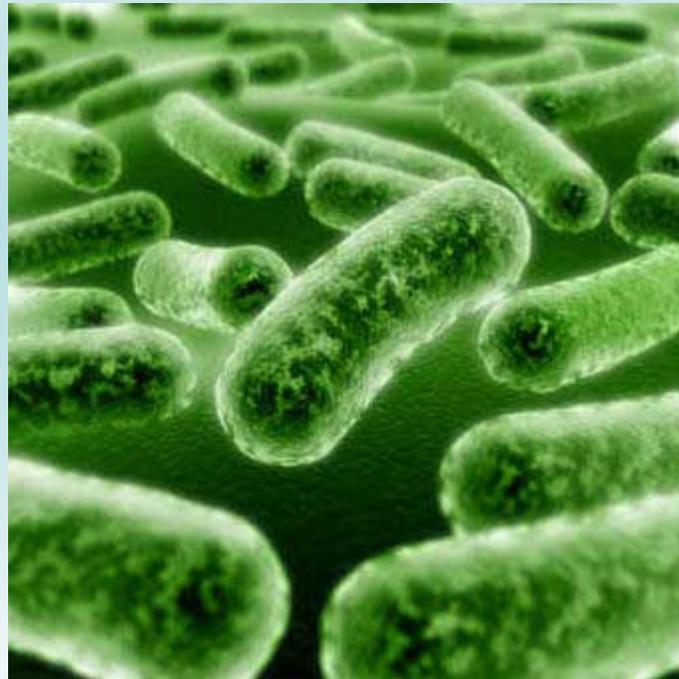


- *febre paratifoide* (provocada pelo bacilo *Salmonella paratyphi*, comuns em esgotos e efluentes em época de epidemia);

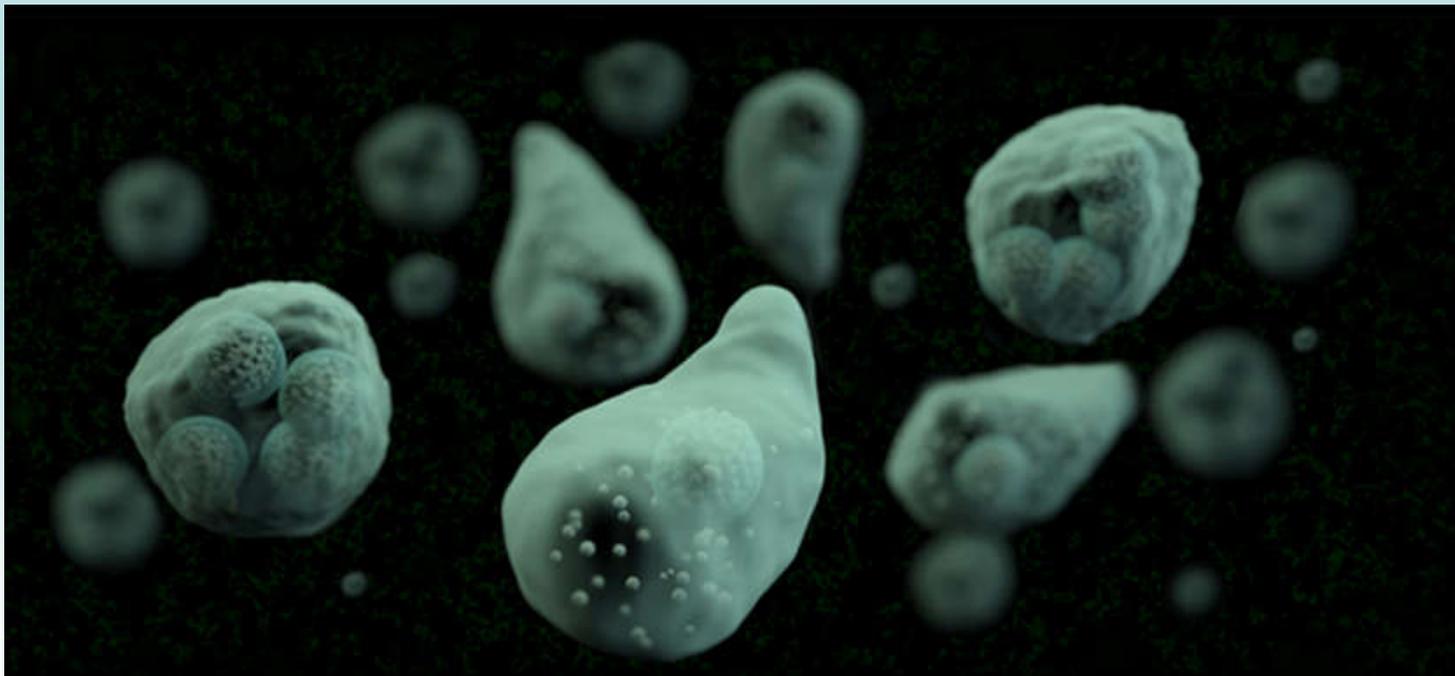


**Salmonella paratyphi**

- *Disenterias bacilares* (disenteria provocada por várias bactérias do gênero *Shigella*, tendo nas águas poluídas as principais fontes de infecção);



- *amebíases* (disenteria difundida por águas contaminadas, provocada pela *Entamoeba histolytica*, muito comum em climas tropicais).



Secundárias – São enfermidades em geral endêmicas, cujo agente infeccioso necessita de um hospedeiro intermediário entre o indivíduo portador e o a ser contaminado.

Também se enquadram nesta condição as deficiências orgânicas causadas pelo consumo insuficiente ou exagerado de certos elementos necessários ao desempenho de determinadas funções do corpo humano.

- *ascaridioses* (infecções provocadas por *Ascaris Lumbricoides*, verme nematódeo perigoso ao homem, originário de efluentes de esgotos);



- *cáries* (carência de flúor);
- *bócio* (carência de iodo);
- *fluorose* (excesso de flúor);
- *saturnismo* (envenenamento cumulativo por chumbo);
- *ancilostomose* (provocada pelo nematódeo *Ancylostomaduodenale* ou *Necatoramericanus*, doença conhecida como *amarelão*);
- *esquistosomose* (do *Schistosoma*, nematódeo que tem o caracol como hospedeiro intermediário deste parasito do intestino);

- *poliomielite, hepatite* (inflamações provenientes de *Vírus*, cujo exato modo de transmissão ainda é desconhecido, sendo encontrados nos efluentes de tratamentos biológicos de esgotos);
- *solitária* (parasito do intestino que usa hospedeiros intermediários e tem ovos muito resistentes, sendo a *Taenia linnaeus* do porco e a *Taenia saginata* do boi, presentes nos efluentes de esgotos e transmitido por águas poluídas);

- *leptospirose* ou *Doença de Weil* (transmitida por ratos de esgotos, portadores da *Leptospira Icterohaemorrhagiae*);
- *tuberculose* (do *Mycrobacterium tuberculosis* - encontrado em despejos de esgotos e rios poluídos;
- *infecções generalizadas* (*Salmonella* - envenenamento através da alimentação, comum em esgotos e efluentes).

Segundo a OMS, aproximadamente  $\frac{1}{4}$  dos leitos existentes em todos os hospitais do mundo estão ocupados por enfermos, cujas doenças são ocasionadas pela água.

microorganismos patogênicos - atingem a água com as fezes de pessoas ou animais infectados. Essas doenças atingem notadamente o aparelho intestinal . Em geral, os microrganismos normalmente presentes na água podem:

- ter seu “habitat” normal nas águas de superfície;
- ter sido carregados pelas águas de enxurradas;
- provir de esgotos domésticos e outros resíduos orgânicos, que atingiram a água por diversos meios;
- ter sido trazidos pelas chuvas na lavagem atmosférica.

Quatro tipos de contaminantes tóxicos podem ser encontrados nos sistemas públicos de abastecimento de água :

- 1) Contaminantes naturais de uma água que esteve em contato com formações minerais venenosas. Os contaminantes de origem mineral incluem: o selênio, o arsênio e o boro.
- 2) Contaminantes naturais de uma água ocasionados por colônias de microorganismos venenosos, como certos tipos de algas que dão à água aspecto repulsivo ao homem;

3) Contaminantes introduzidos pela corrosão de tubulações metálicas; o único de toxidez comprovada (e cumulativa) é o chumbo (saturnismo). Cobre, zinco e ferro, mesmo em pequenas quantidades dão à água gosto metálico característico e são responsáveis por certos distúrbios em determinadas operações industriais.

4) Contaminantes introduzidos nos cursos d'água por certos despejos industriais.

As doenças referentes à deficiência de saneamento básico são classificadas como :

- doenças transmitidas pela água;
- doenças causadas pela falta de água;
- doenças causadas por agentes que dependem do meio aquático;
- doenças causadas por organismos aquáticos ingeridos de forma crua.

A má disposição de lixo, além de provocar a multiplicação de vetores perigosos, pode causar contaminação de águas superficiais e subterrâneas (lençóis freáticos).

A água é também indispensável ao ciclo biológico de muitos vetores responsáveis por doenças graves. Os mosquitos que transmitem a malária e a febre amarela, tem a fase larvária, obrigatoriamente em meio aquático.

- A ingestão de organismos aquáticos (peixes e mariscos) em estado cru, contaminados por doenças perigosas (cólera) que chegam ao mar e cursos d'água pela falta de coletores de esgotos e tratamento de efluentes na região pode contaminar pessoas.

- A Organização Mundial de Saúde - OMS estima que pelo menos 10.000 pessoas falecem por dia em consequência de acidentes e doenças causadas por falta de habitação adequada e de serviços essenciais de água potável e esgotos sanitários.
- Nos países em desenvolvimento avaliou-se que aproximadamente 80% dos leitos hospitalares vem sendo ocupados por pacientes com doenças causadas direta ou indiretamente pela água de má qualidade e por falta de saneamento.

## Medidas gerais de proteção

O perigo da transmissão de doenças infecciosas pela água, refere-se, na prática, às doenças infecciosas intestinais e a profilaxia gira em torno das seguintes medidas:

- proteção dos mananciais, inclusive medidas de controle de poluição das águas;
- tratamento adequado da água, com operação continuamente satisfatória;

- sistema de distribuição da água bem projetado, construído, mantido e operado;
- controle permanente da qualidade bacteriológica e química da água, da rede de distribuição, ou, preferivelmente, na torneira do consumidor;

- solução sanitária para o problema da coleta e da disposição dos esgotos e, em particular dos dejetos humanos, tendo sempre como uma das finalidades a proteção do abastecimento de água potável;

- observar, na zona rural, as medidas indicadas para a proteção dos poços, nascentes e mananciais de superfície, inclusive a construção de sistemas mais aconselháveis para o destino satisfatório dos dejetos, evitando a poluição direta da superfície, do solo ou das coleções líquidas;

- melhoria da qualidade da água suprida às pequenas comunidades, auxiliando-as técnicas e financeiramente a utilizarem métodos simples e pouco dispendiosos de tratamento, inclusive desinfecção, quando necessário.

**Ganhos econômicos** - O consumo de água saudável implica em menores possibilidades de pessoas doentes na comunidade, ou mesmo períodos mais curtos para recuperação de pessoas enfermas. Conseqüentemente, ter-se-á:

- uma maior vida média por pessoa;
- menor índice de mortalidade (principalmente mortalidade infantil);
- maior produtividade (as pessoas terão mais disposição para trabalhar);
- mais horas de trabalho (menos horas de internações ou de repouso domésticos devido a enfermidades infecciosas e/ou contagiosas).

## Usos da água

Nas comunidades urbanas o abastecimento de água deve suprir as diversas modalidades de consumo. O destino da água distribuída, em geral, é o seguinte:

- uso doméstico (bebida, banhos, limpezas em geral);
- gasto público (edifícios públicos, fontes ornamentais, proteção contra incêndios);
- consumo comercial e industrial (unidades comerciais, consumo industrial);
- perdas e desperdícios (deficiências das instalações e má utilização).

perda - aquela água que não alcança os pontos de consumo por deficiências ou problemas do sistema (vazamentos na rede, extravasão em reservatórios, rompimento de adutoras, etc.)

desperdício - a água que é má utilizada pelo consumidor, ou seja, que não é empregada nas finalidades que se destina, por exemplo, uma torneira aberta sem necessidade, uma caixa extravasando continuamente etc.

A *perda* caracteriza-se por ser de responsabilidade do sistema, encarecendo o preço médio da conta dos usuários

O desperdício é de responsabilidade do consumidor que arcará individualmente com seus custos.

Em condições ideais a soma perda-desperdício deveria ser nula, mas é normal atingir 20% e chegar até 60% do total captado em nossos sistemas.

## Fatores que influem no consumo

- características da população (hábitos higiênicos, situação econômica, educação sanitária);
- desenvolvimento da cidade;
- presença de indústrias;
- condições climáticas;
- características do sistema (quantidade e qualidade da água, sistemas de medição, pressão na rede etc);

## SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA

É o serviço público constituído de um conjunto de sistemas hidráulicos e instalações responsável pelo suprimento de água para atendimento das necessidades da população de uma comunidade.

Os sistemas de abastecimento de água de uma comunidade desde a captação, adução, tratamento, reservação e distribuição, bem como dos domicílios e edifícios em geral deve ser bem projetado, construído, operado, mantido e conservado, para que a água não se torne veículo de transmissão de diversas doenças.

*ABASTECIMENTO RUDIMENTAR – captação manual, transporte pessoal ou com tração animal – armazenamento em tonéis, potes, jarras etc.*

*ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA – com o aumento da densidade demográfica a solução mais econômica e definitiva é a implantação de um sistema público de abastecimento de água.*

**PONTO DE VISTA SANITÁRIO – SOLUÇÃO COLETIVA É A MAIS INDICADA.**

# OBJETIVOS DO ABASTECIMENTO

- Controle e prevenção de doenças;
- Melhores condições sanitárias;
- Conforto e segurança coletiva ;
- Desenvolvimento de práticas recreativas e de esportes;
- Maior número de áreas ajardinadas, parques etc.
- Desenvolvimento turístico, industrial e comercial.

- CONSUMO DE ÁGUA E POPULAÇÃO DE PROJETO

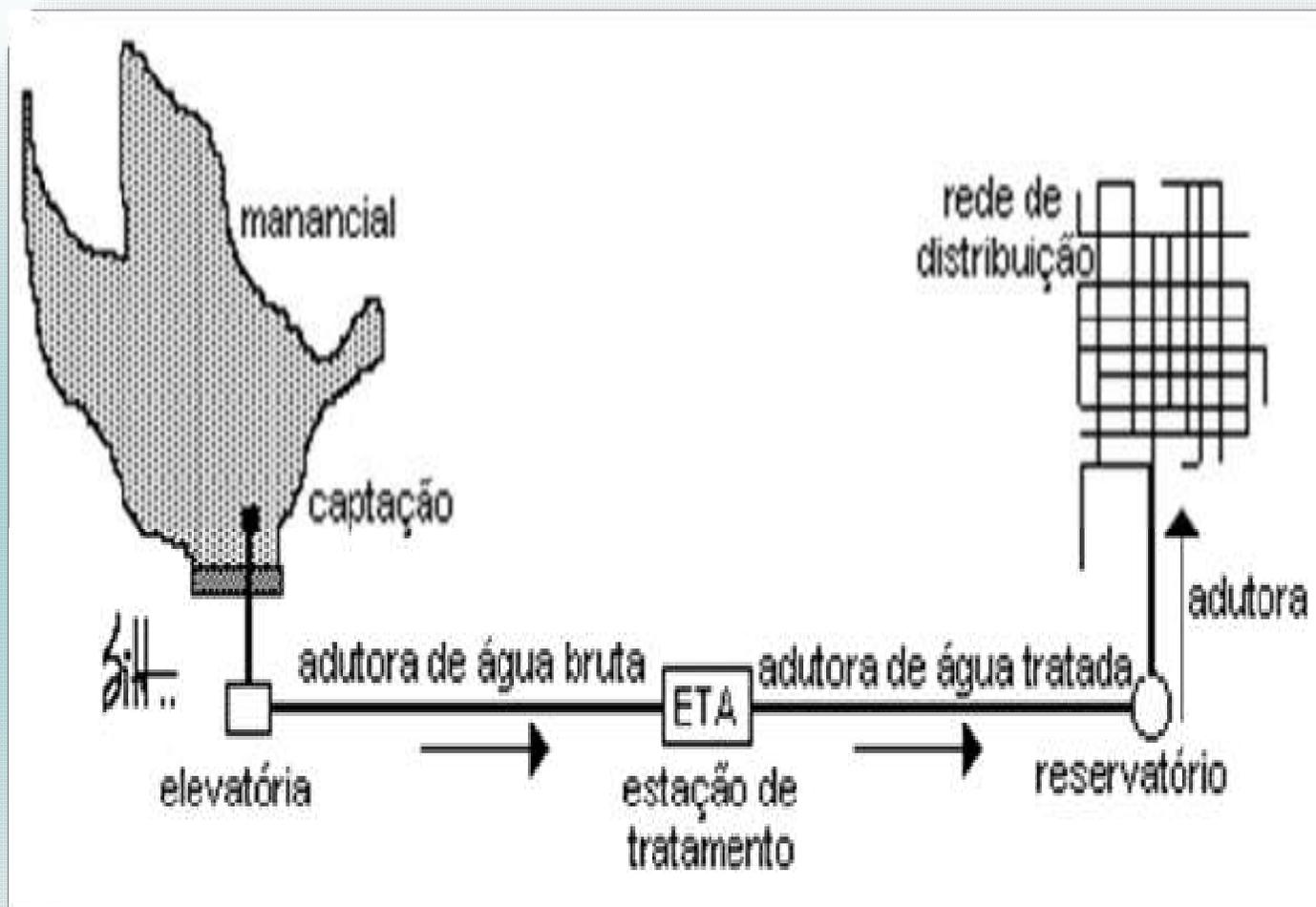
# Padrões de potabilidade

- Uma água é dita *potável* quando é inofensiva a saúde do homem, agradável aos sentidos e adequada aos usos domésticos.
- É importante para que uma água seja considerada potável, que na fase de tratamento eliminem-se todas as substâncias originalmente presentes que lhe confirmam algum gosto ou cheiro peculiar. Paralelamente também não devem resultar alguma turbidez ou cor visuais.

# 1 - Abastecimento convencional

São as seguintes as unidades de um sistema convencional de abastecimento:

- *Captação*: estrutura para retirada de água do *manancial abastecedor* (fonte de onde se retira a água);
- *Adução*: canalização de transporte da água entre as diversas unidades do sistema;
- *Tratamento*: retirada das impurezas indesejáveis ao emprego final da água;
- *Reservação*: armazenamento dos excessos de água para compensações de equilíbrio, de emergência ou acidental e anti-incêndio;
- *Distribuição*: condução através de *canalizações* (rede de tubulações) até os *pontos de consumo*



**Esquema de um sistema convencional de abastecimento de água urbano**

**Manancial** - É a fonte de onde a água é retirada para o abastecimento.

### **Mananciais Disponíveis para Abastecimento**

- Água de chuva - geralmente armazenada em cisterna
- Água do subsolo - lençol freático, artesiano e fontes
- Água de superfície - rios, lagos, represas, etc.

**Captação** - É a parte do sistema de abastecimento, por meio da qual a água é recolhida do manancial. Existem dois tipos de captação, superficial e subterrânea, utilizada de acordo com o manancial explorado.

# Captação

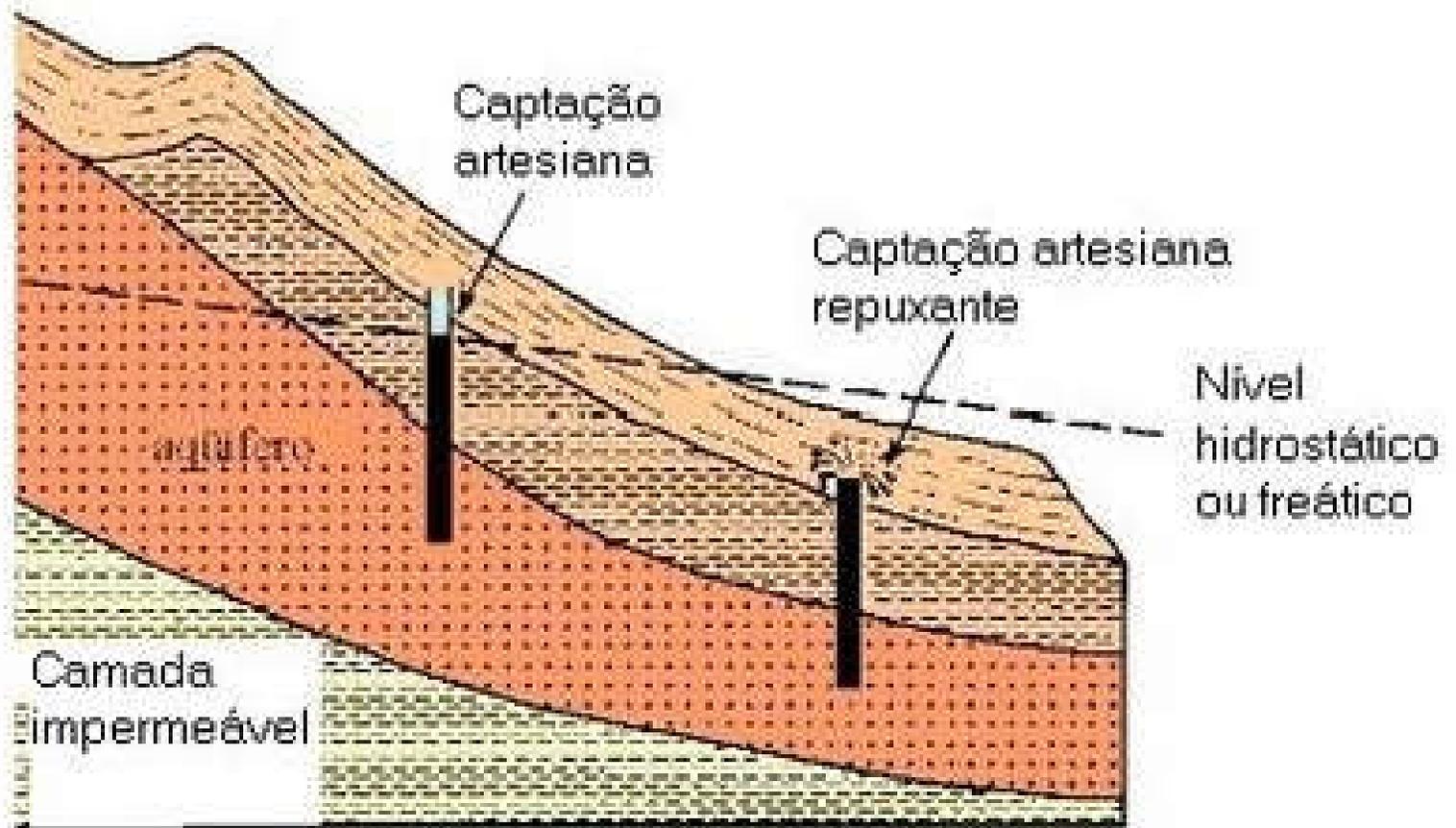


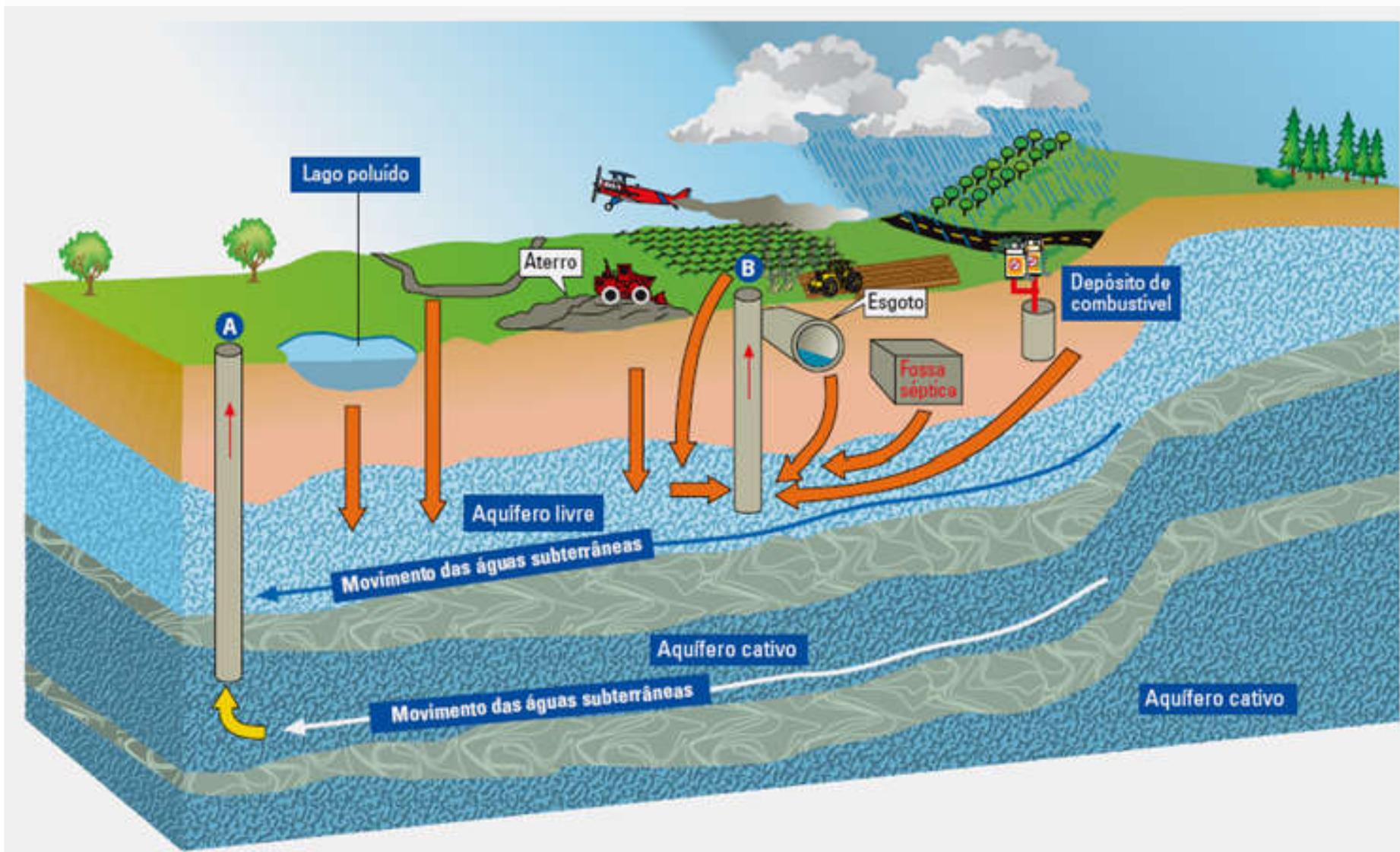
Foz do Iguaçu

Fonte: [www.sanepar.com.br](http://www.sanepar.com.br)

# Captação







# Adução

**Adução** - É a canalização que transporta a água da fonte de abastecimento ao sistema de distribuição.

**Classificação** - Existem duas classes de adutoras :

- condutos forçados: nos quais corre sob pressão e
- condutos por gravidade, ou canais abertos: a água escoia pela ação da gravidade.

# Adução



## **Elevação - Torna-se necessária quando :**

- a altura da fonte de suprimentos de água é tal que ela não poderá escoar por gravidade para os encanamentos;
- a pressão nas linhas distribuidoras deve ser aumentada;
- a água precisa ser elevada de um nível a outro.



<http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/agua4.htm>

Fernandes, www.urca.br



**Estação de Tratamento** - É a unidade onde se processa o tratamento da água objetivando torná-la própria para consumo humano. Os tipos de estação de tratamento adotados são em função das características da água.

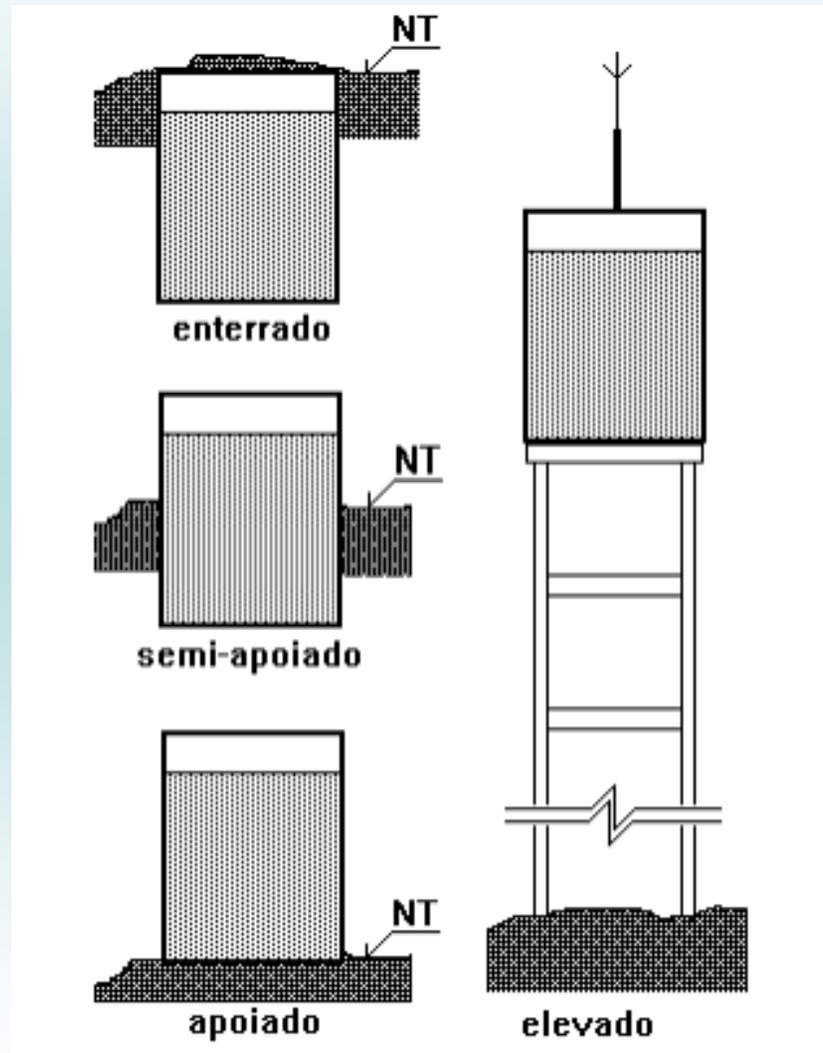
**Reservação** - É a unidade que permite armazenar a água para atender as variações de consumo e as demandas de emergência da cidade.

## Reservação - Classificação

a) de acordo com a localização no terreno:

- enterrado (quando completamente embutido no terreno);
- semi-enterrado ou semi-apoiado (altura líquida com uma parte abaixo do nível do terreno);
- apoiado (laje de fundo apoiada no terreno);
- elevado (reservatório apoiado em estruturas de elevação);

# Tipos de Reservatórios





Reservatório Vertical Apoiado

Reservatório semi-enterrado

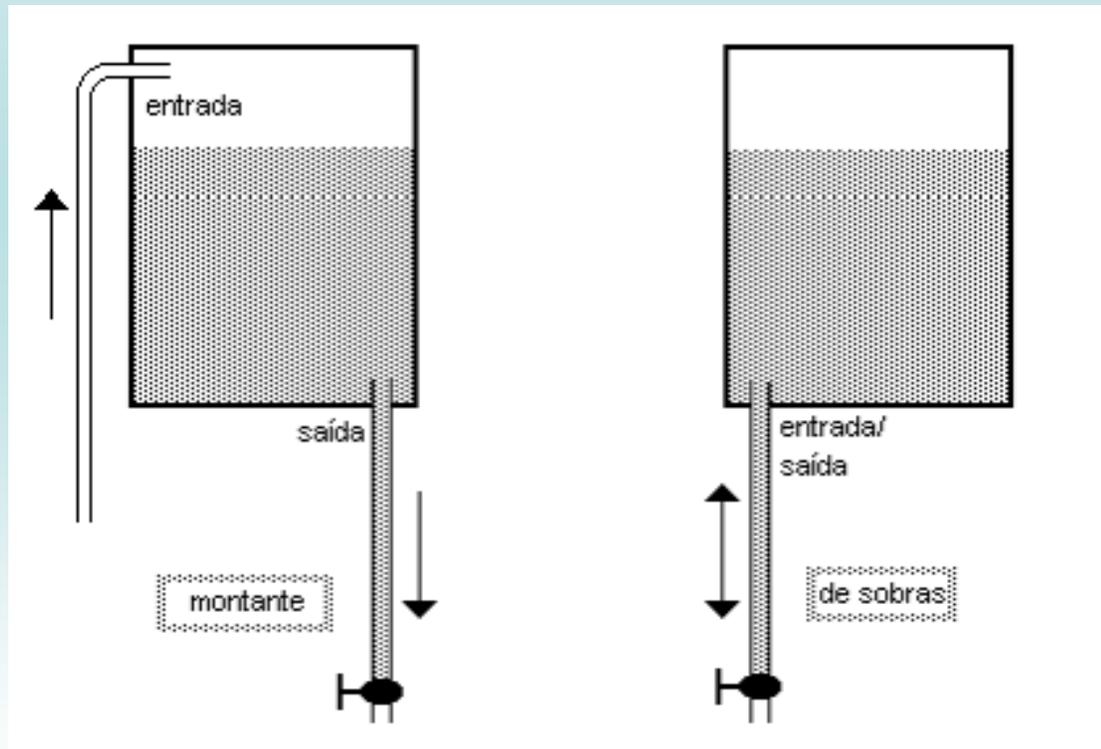




Reservatório elevado

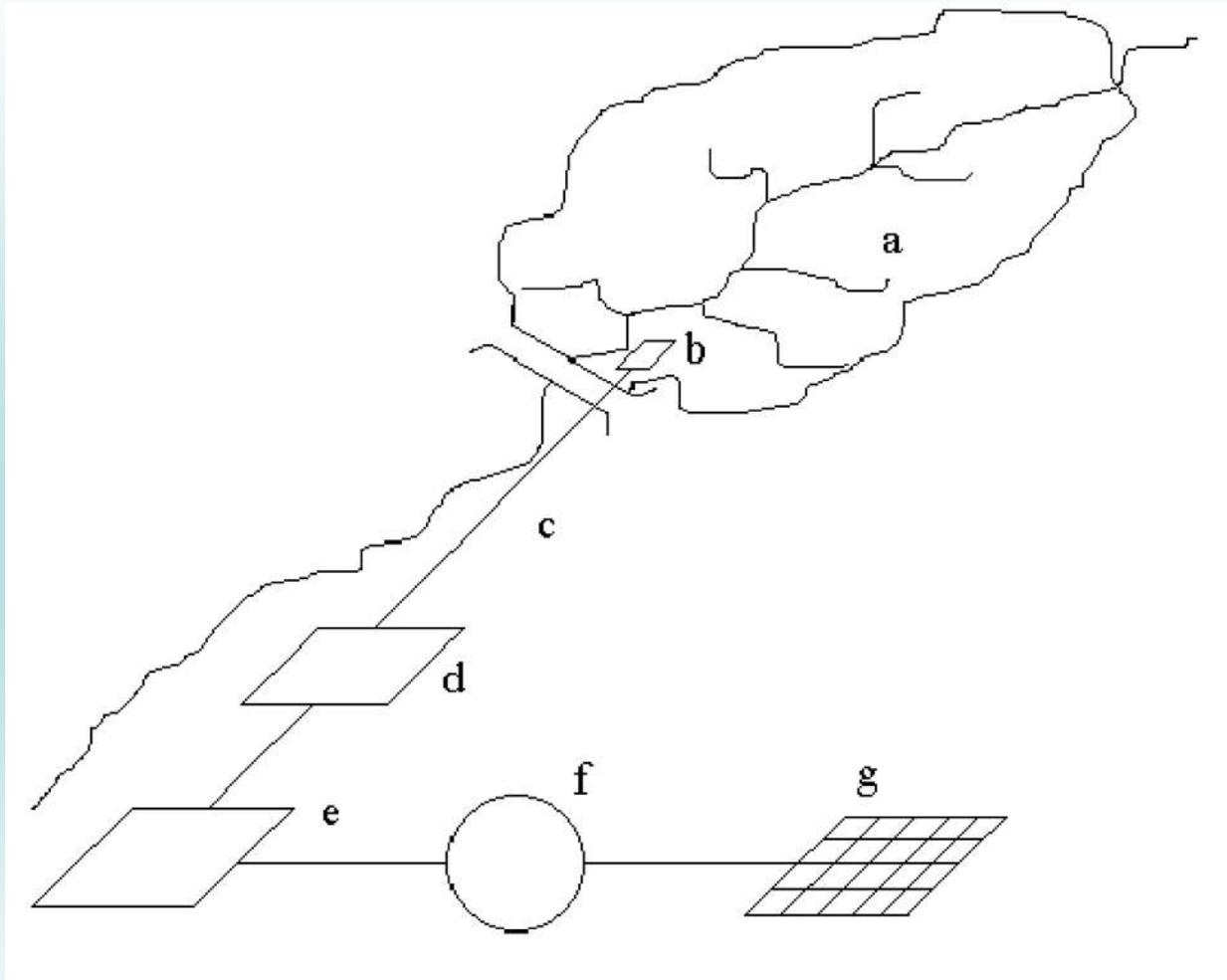
b) de acordo com a localização no sistema:

- montante (antes da rede de distribuição);
- jusante ou de sobras (após a rede).



## Rede de Distribuição

- Representa o conjunto de tubulações e peças especiais, destinadas a conduzir a água até os pontos de tomada das instalações prediais.
- Pressão : a rede deve ser operada em condições de pressão adequada;
- Disponibilidade de água : deve-se supor uma continuidade no abastecimento.

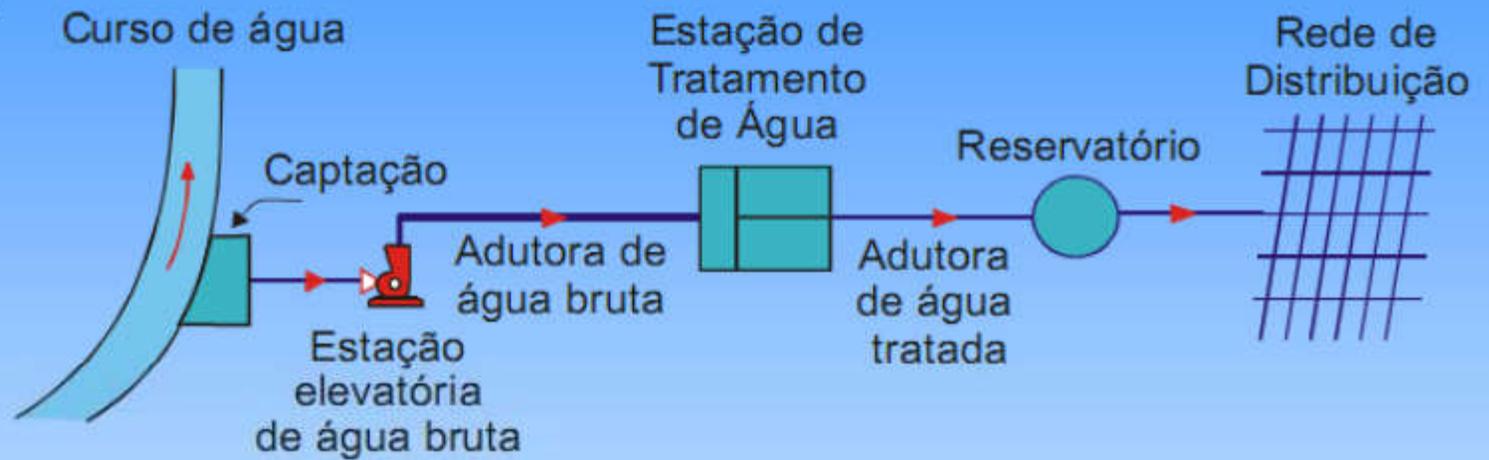


**LEGENDA**

- a – manancial
- b - Captação
- c - Adução
- d - Elevação
- e - Estação de Tratamento
- f - Reservatório
- g - Rede de Distribuição

## Sistema de abastecimento de água com captação em curso de água e com reservatório apoiado

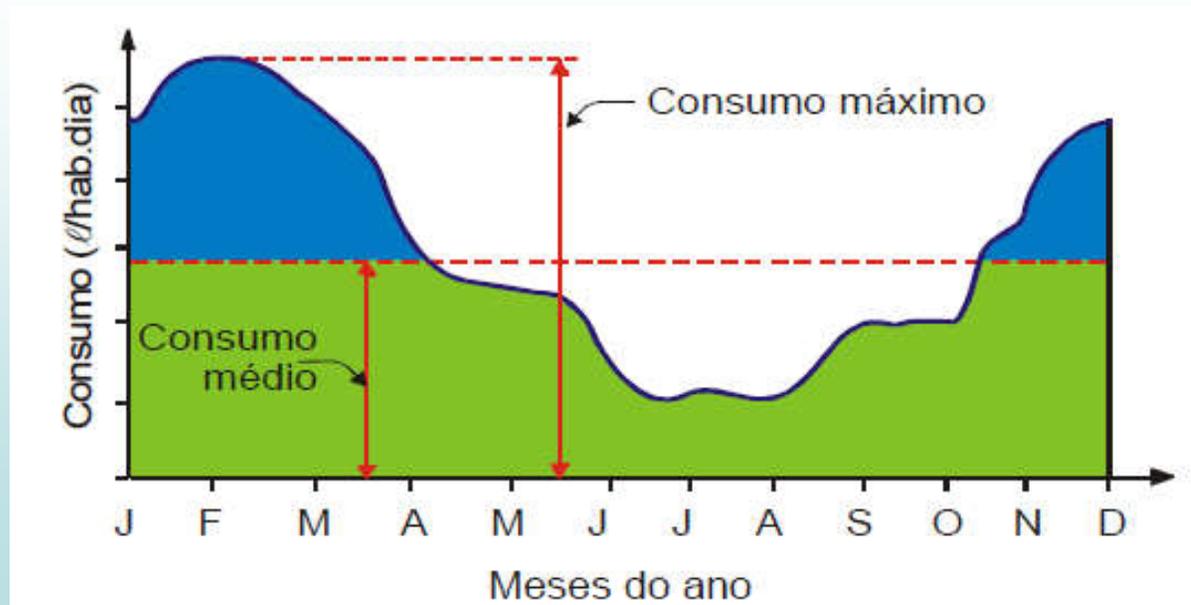
a) Planta



b) Perfil



### VARIAÇÕES DIÁRIAS (K1)

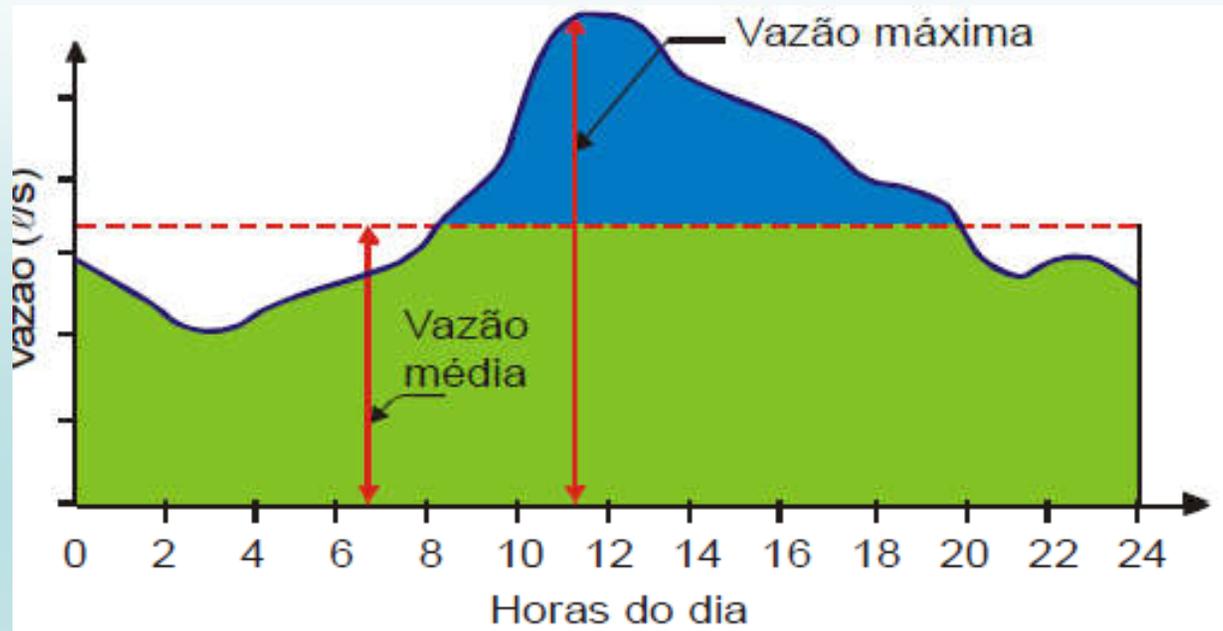


Consumo de água ao longo do ano

$$K_1 = \frac{\text{maior consumo diário no ano}}{\text{consumo médio diário no ano}}$$

Varia de 1,2 a 2,0, dependendo das condições locais

## VARIAÇÕES HORÁRIAS (K<sub>2</sub>)

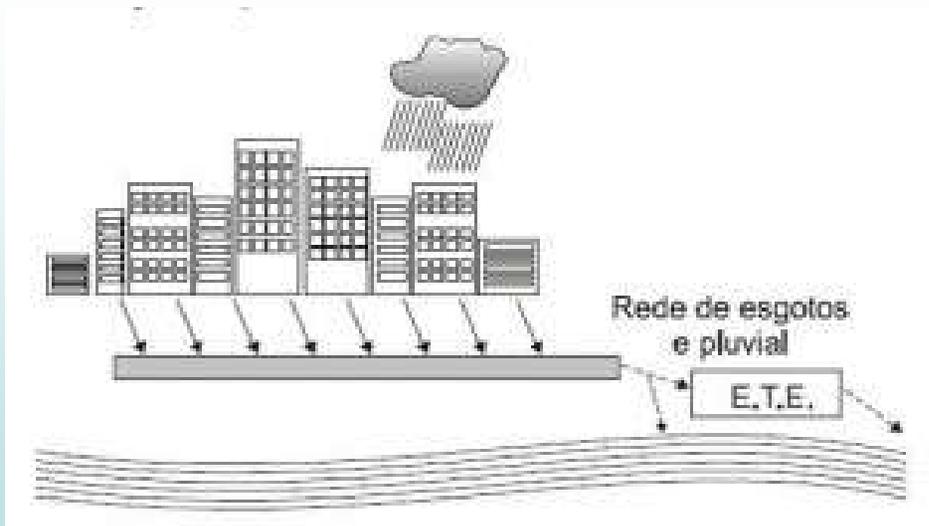


Consumo de água ao longo do dia

$$K_2 = \frac{\text{maior vazão horária no dia}}{\text{vazão média horária no dia}}$$

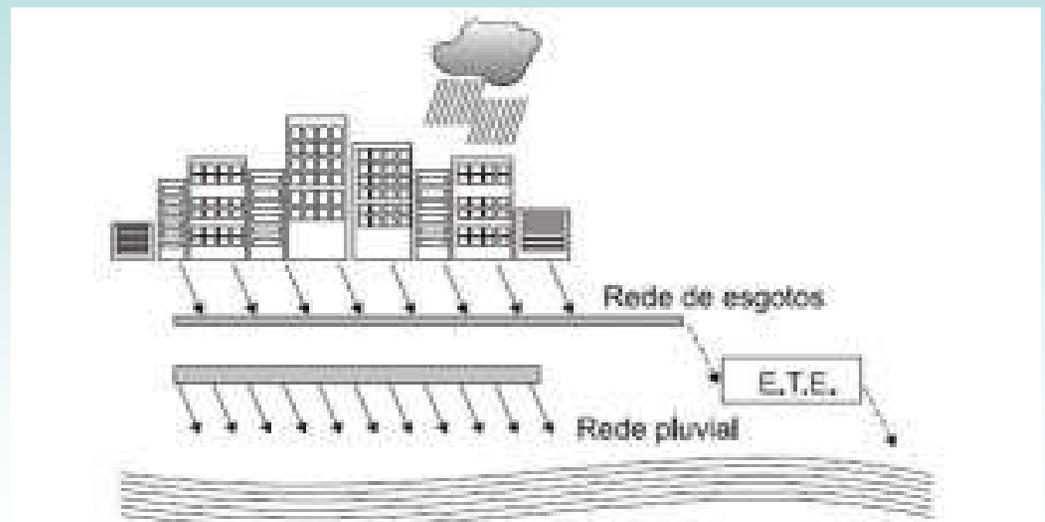
Varia de 1,5 a 3,0

# SISTEMA DE ESGOTOS



Sistema de Esgotamento Unitário

Sistema Separador Absoluto



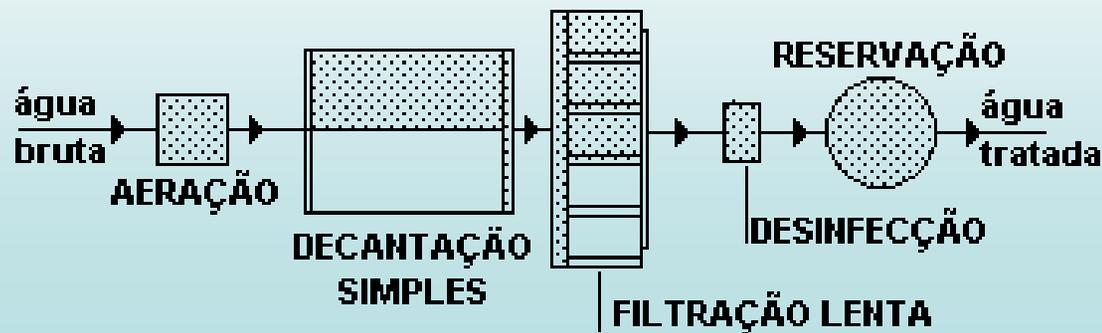
# TRATAMENTO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO

Estação de Tratamento de Água (ETA) - comporta os seguintes processos:

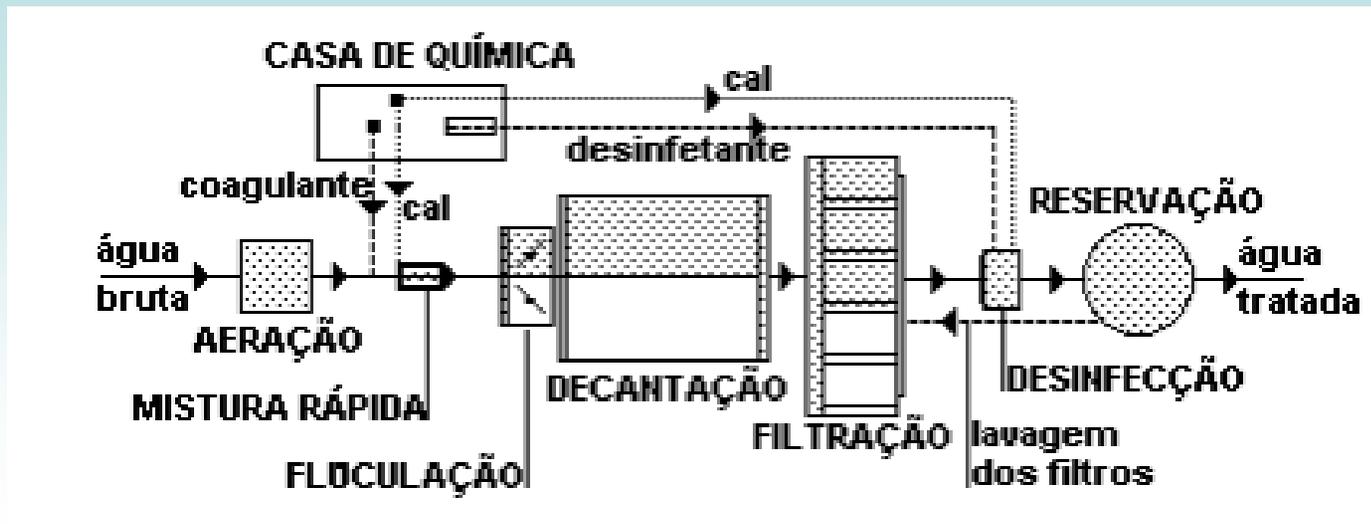
- remoção de substâncias grosseiras flutuantes ou em suspensão;
- remoção de substâncias finas em suspensão ou em solução e de gases dissolvidos;
- remoção parcial ou total de bactérias e outros microrganismos;
- correção de odor e sabor;
- correção de dureza e controle da corrosão ;
- remoção ou redução de outras presenças químicas.

# Esquema de uma ETA convencional

## Filtros lentos



## Filtros rápidos



## 2 – TRATAMENTOS PRELIMINARES

2.1 – Grades – remoção dos sólidos grosseiros.



[www.copasa.com.br](http://www.copasa.com.br)

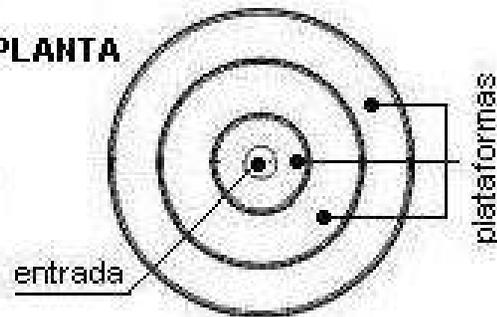
2.2 - Aeração - remoção de gases dissolvidos, de odor e sabor e ativação dos processos de oxidação da matéria orgânica.

# Tipos de aeradores

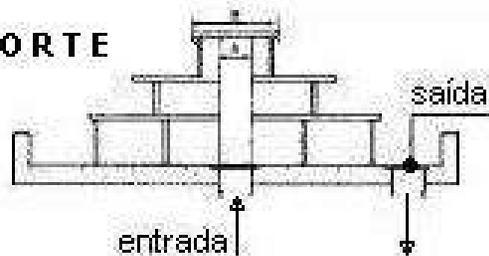
## PERSPECTIVA



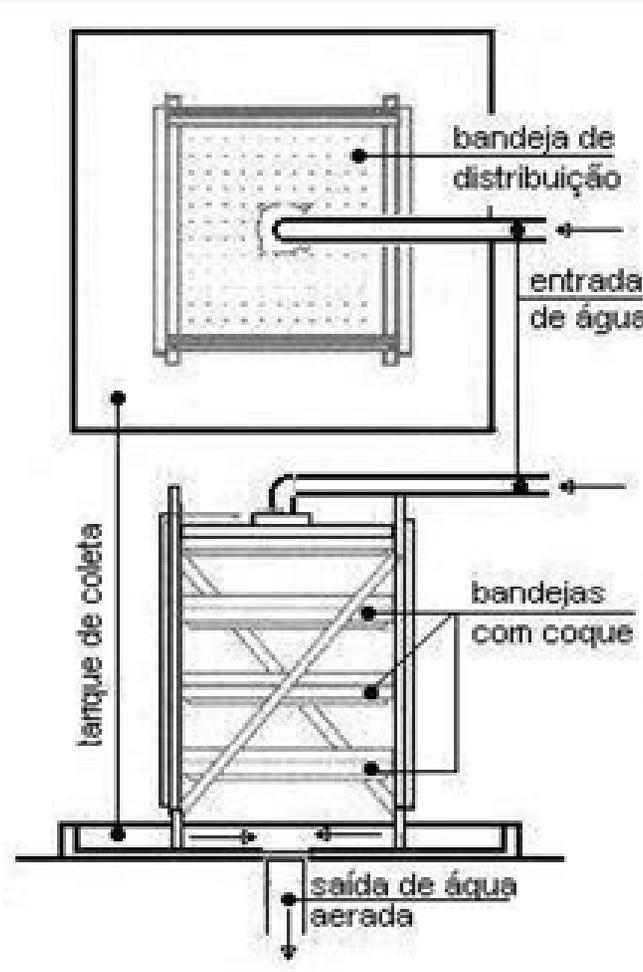
## PLANTA



## CORTE



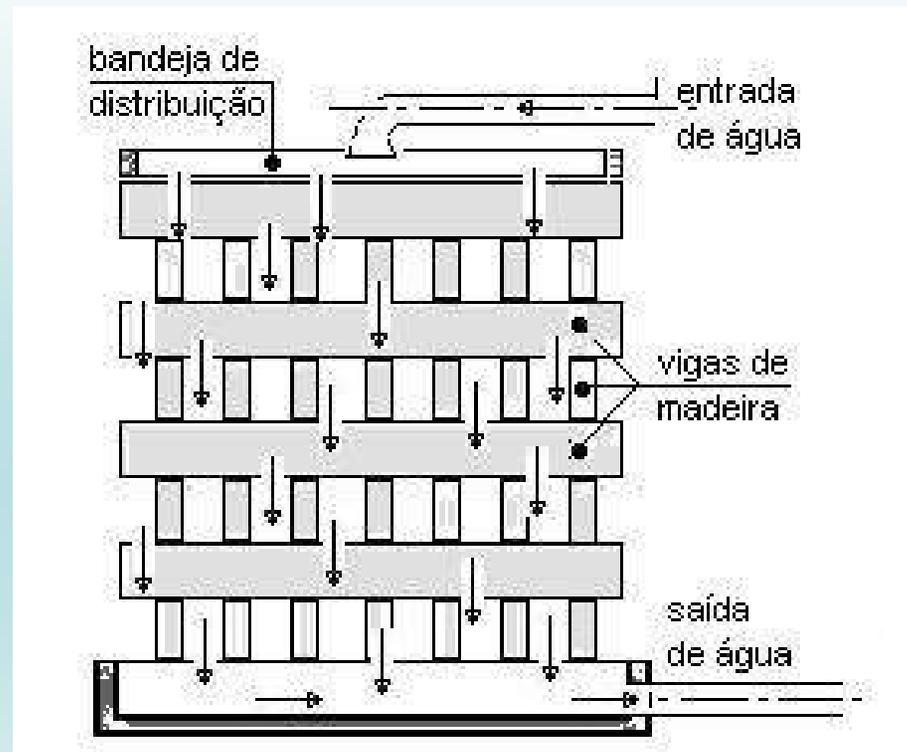
Aerador de cascata



Aerador de bandejas



© AQUAFIL TRATAMENTO DE ÁGUA LTDA.



Aerador de tabuleiro

2.3 - Sedimentação simples – separação de partículas sólidas suspensas na água.

Essas partículas, sendo mais pesadas do que a água, tenderão cair para o fundo com uma certa velocidade de sedimentação.

- a) Remoção de areia – evitar prejuízos às instalações e preservar bombas.
- b) Remoção de partículas sedimentares finas – águas com turbidez muito alta- pode ser vantajosa a sedimentação simples antes de qualquer outro processo.

### **3 – SEDIMENTAÇÃO COM COAGULAÇÃO QUÍMICA**

- Águas procedentes de mananciais superficiais, com cor e turbidez elevadas – processo de sedimentação precedido de coagulação química, para sua transformação em água potável.
- Instalações que envolvem o tratamento químico exigem bons operadores, bem treinados e bem remunerados. A preparação e aplicação de reagentes químicos, com a otimização de dosagens, requerem habilidade e dedicação.

Coagulação química - promove redução de turbidez, colóides, bactérias, cor, ferro e alguma dureza. Os coagulantes mais empregados são: policloreto de alumínio, sulfato de alumínio e sais de ferro.

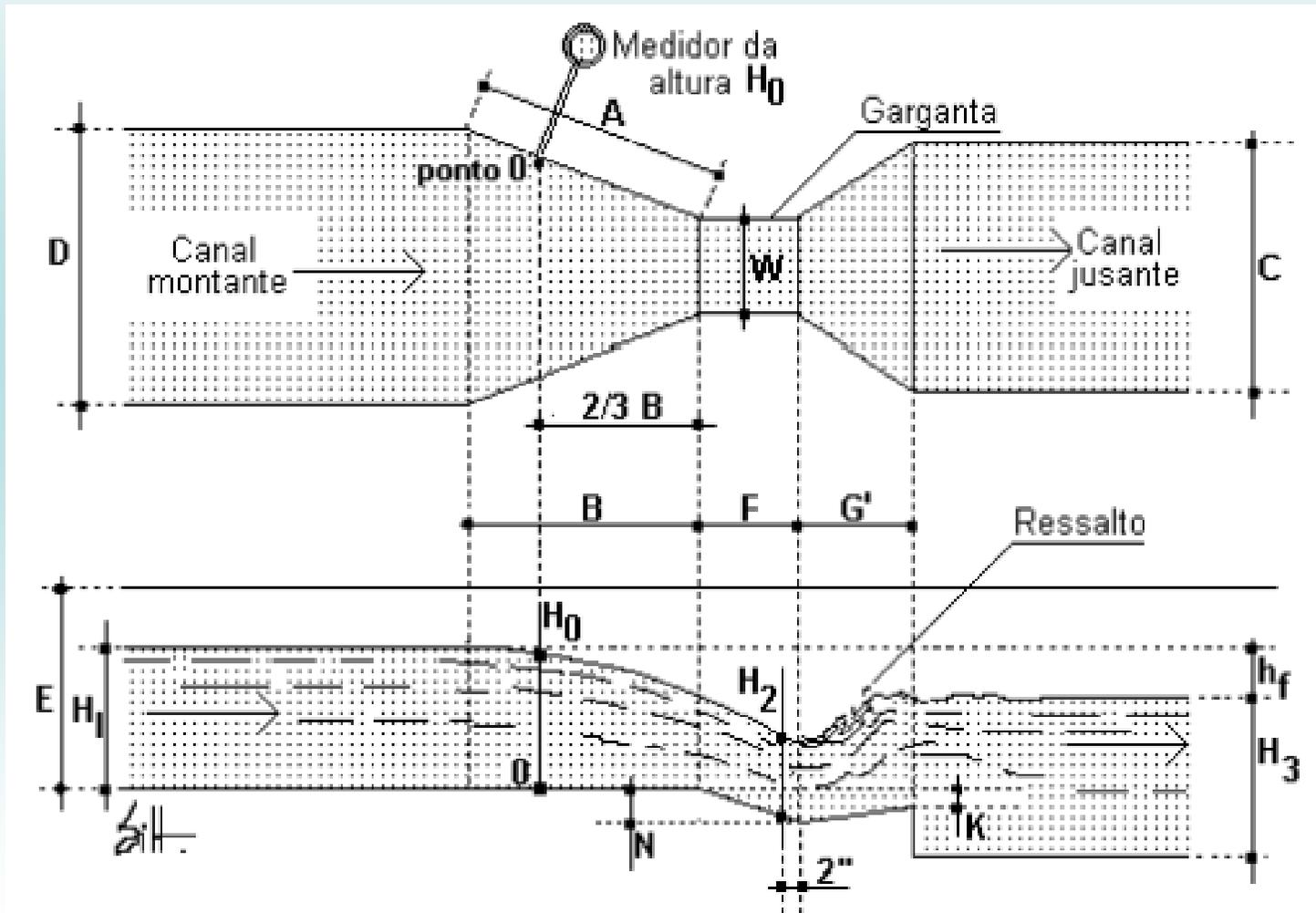
### 3.1 - Mistura rápida ou Coagulação

Finalidade - dispersar os coagulantes rápida e uniformemente na massa líquida.

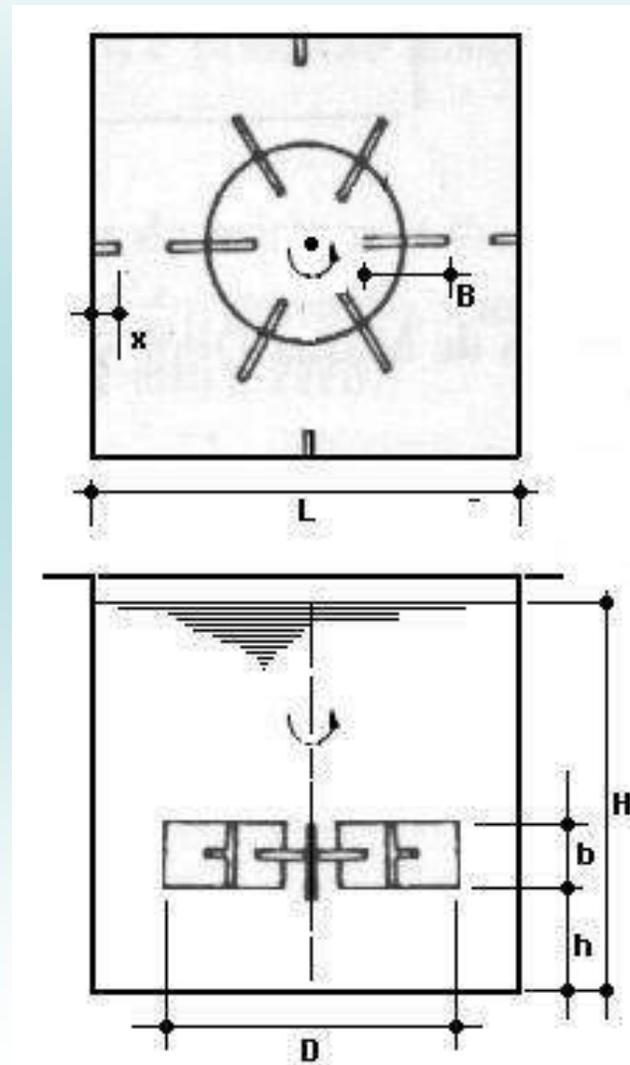
Coagulação é o processo de neutralização das cargas negativas das partículas que faz com que estas se atraiam, promovendo aglomeração, formando partículas maiores, aumentando assim a velocidade de sedimentação.

Qualquer dispositivo capaz de provocar intensa agitação, mecanizado ou não, pode ser utilizado para a mistura rápida, como bombas, ressaltos hidráulicos, agitadores mecânicos etc.

# Calha Parshall (ressalto hidráulico de grande turbulência)



# Misturador mecânico - hélices, turbinas, rotores ou palhetas giratórias



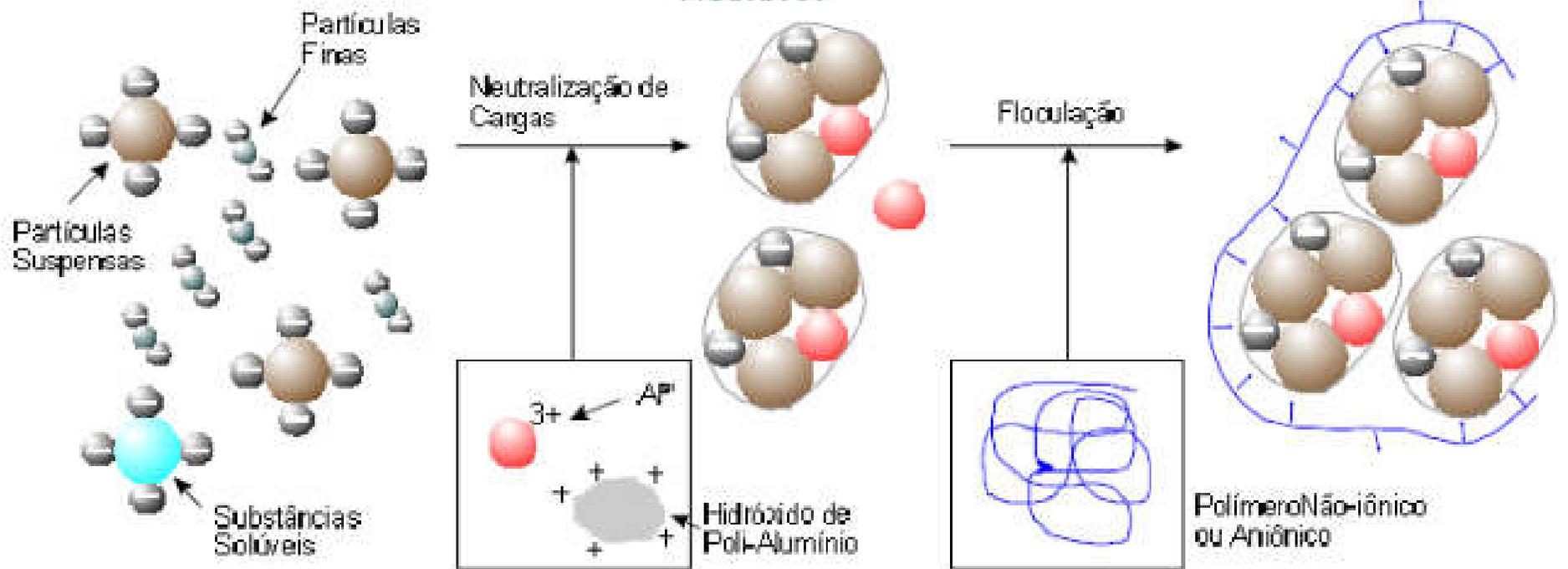
## 3.2 – Mistura lenta ou Flocculação

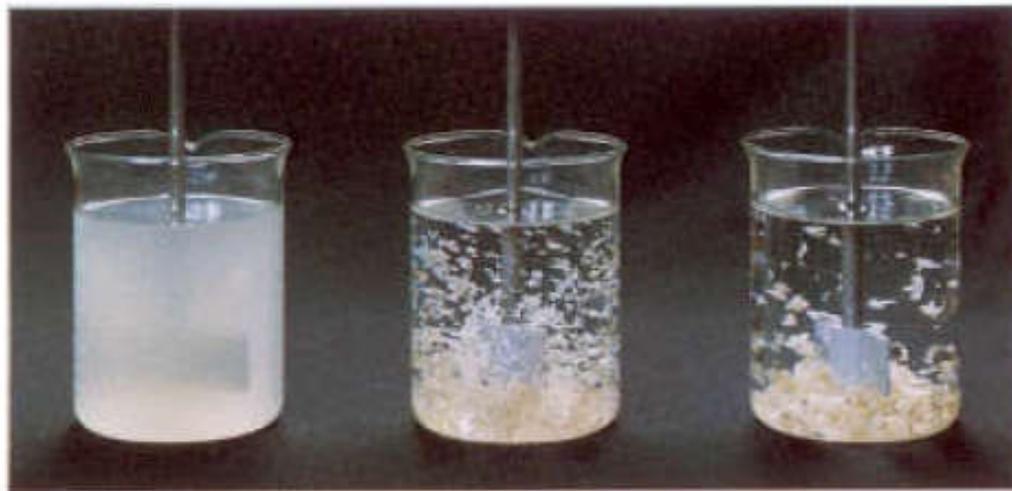
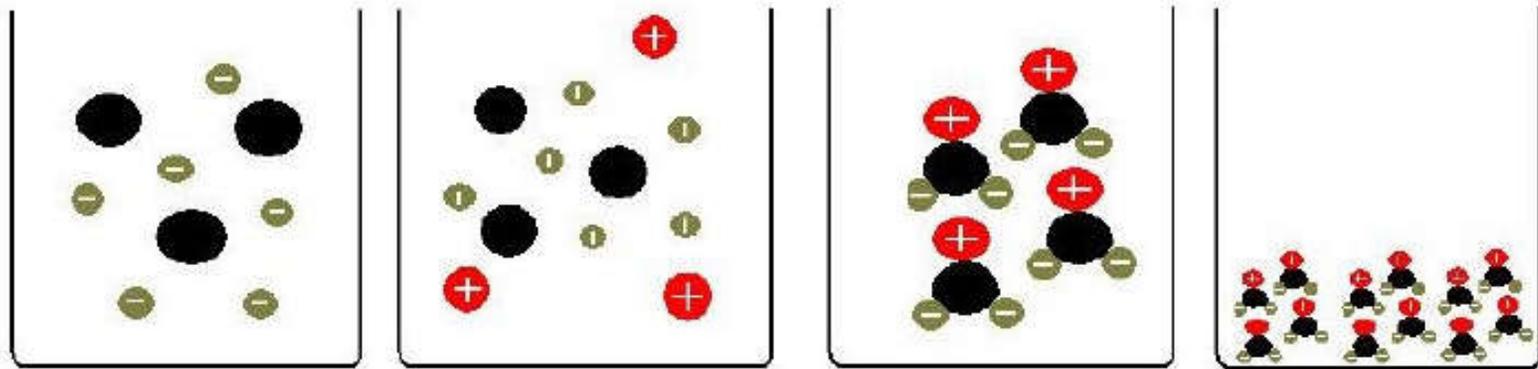
Finalidade - aumentar as oportunidades de contato entre as impurezas das águas e os flocos que se formam pela reação do coagulante.

Os flocos aumentam de tamanho (acima de 1 mm de diâmetro) - mais sedimentáveis na fase seguinte, a decantação.

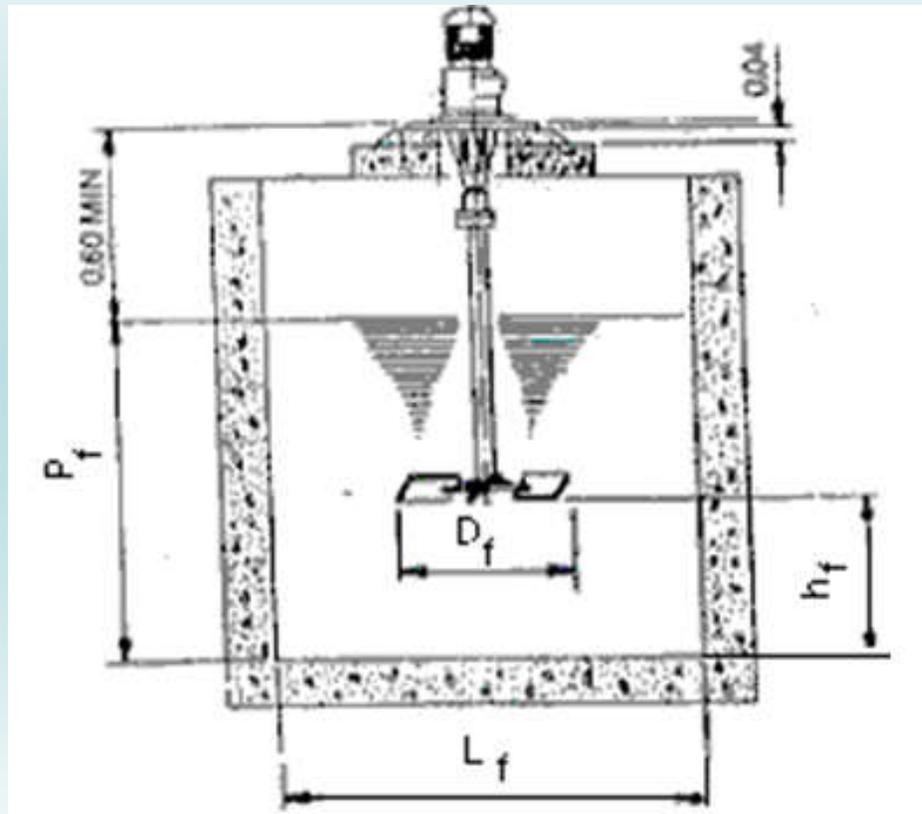
A velocidade de escoamento deve ser maior que 0,10 m/s para evitar a sedimentação de flocos no próprio flocculador.

"FIGURA 01"





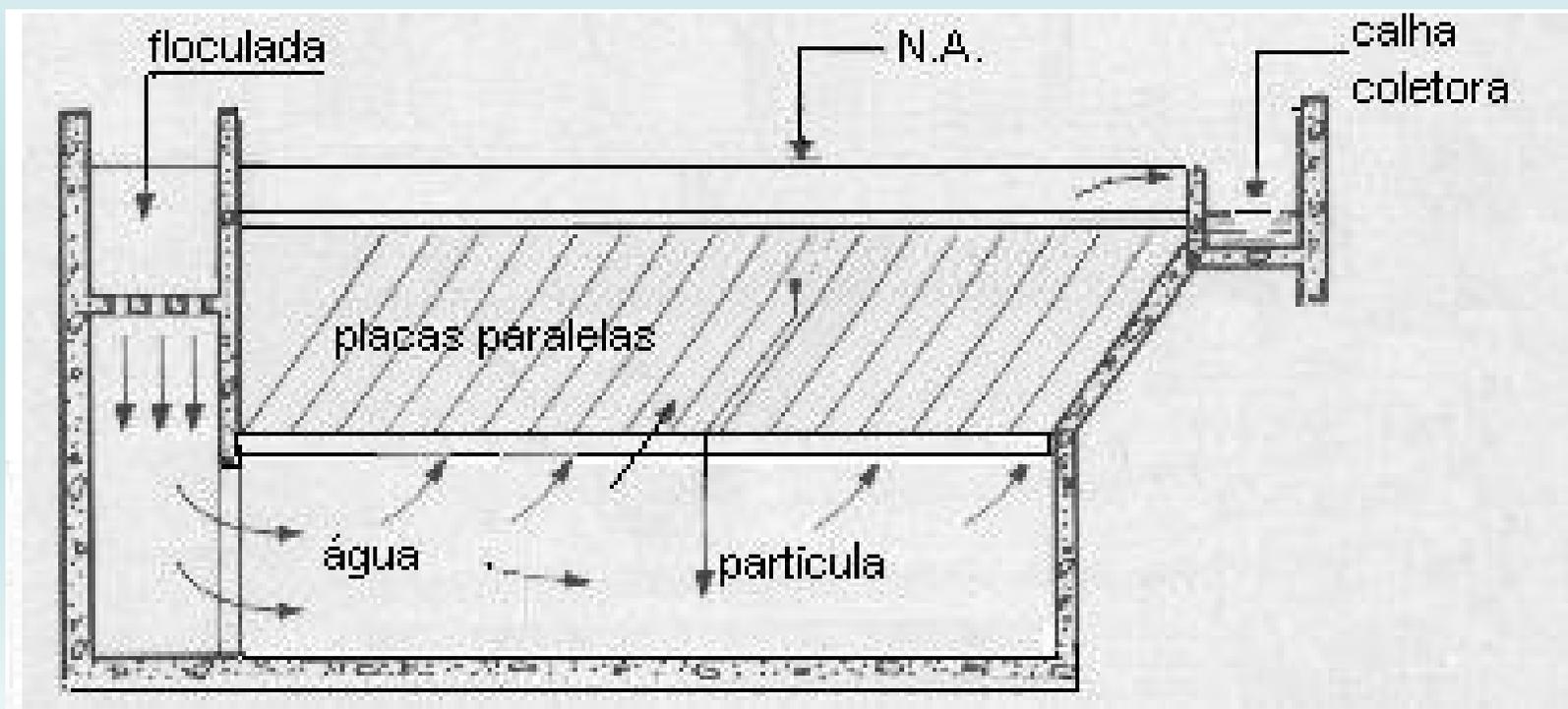
# Floculador Mecanizado



### 3.3 – Decantação

- Os flocos maiores e mais pesados se depositam.
- O sobrenadante é coletado por calhas superficiais separando-se do material sedimentado (lodo) junto ao fundo das unidades. A turbidez da água deve ser inferior a 5 unidades.

No lodo predominam impurezas coloidais, matéria orgânica, hidróxido de Alumínio (ou de Ferro) e impurezas diversas.



**Corte esquemático de um decantador de placas paralelas**

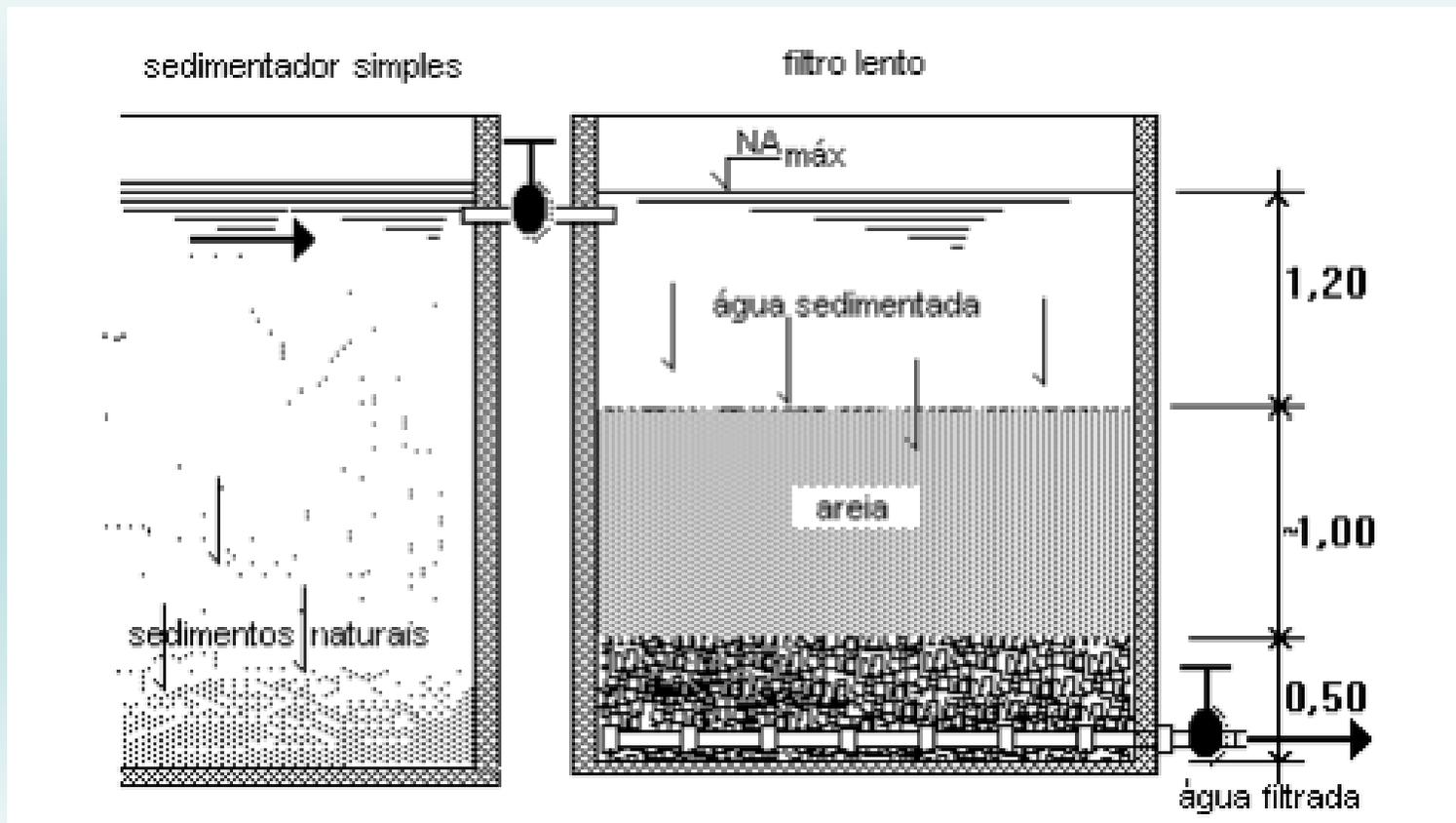
## 4 - Filtração

- processo físico em que a água atravessa um leito filtrante, em geral areia ou areia e carvão, de modo que partículas em suspensão sejam retidas produzindo um efluente mais limpo.
- Dois processos distintos de filtração: filtração lenta e filtração rápida.

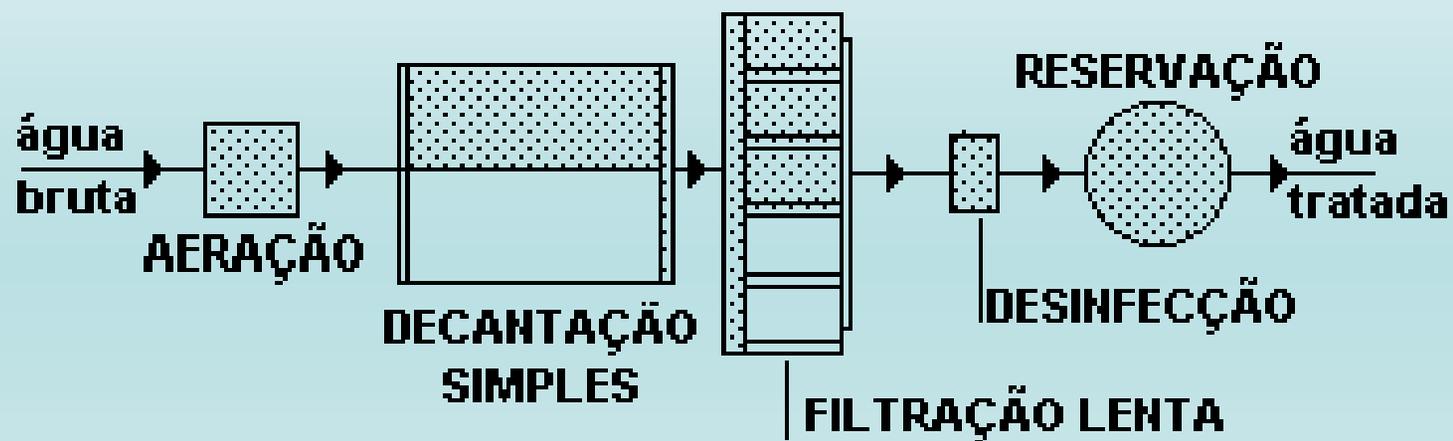
A opção por um dos métodos depende principalmente da qualidade da água bruta e do volume a ser tratado e implica profundas diferenças no projeto da ETA.

## 4.1 - Filtração lenta

- Processo simples e de grande eficiência.
- Taxas de filtração muito baixas, sendo aplicável apenas às águas de pouca turbidez, exigindo, por isso, grandes áreas de terreno e volume elevado de obras civis.
- Taxa varia entre 3 e 9  $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ , sendo mais frequente entre 3 e 4  $\text{m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$ . Acima dessa taxa pode resultar em uma água qualidade insatisfatória.



Esquema vertical de um filtro lento



**Esquema fluxométrico de ETA com filtros lentos**

-Filtros lentos têm um excelente desempenho na remoção de bactérias, superiores aos filtros rápidos quanto à uniformidade dos resultados.

-Em geral pode-se apresentar como expectativa os seguintes valores:

remoção de turbidez - 100%;

remoção de cor (baixa) - < 30%;

remoção de Ferro - até 60%;

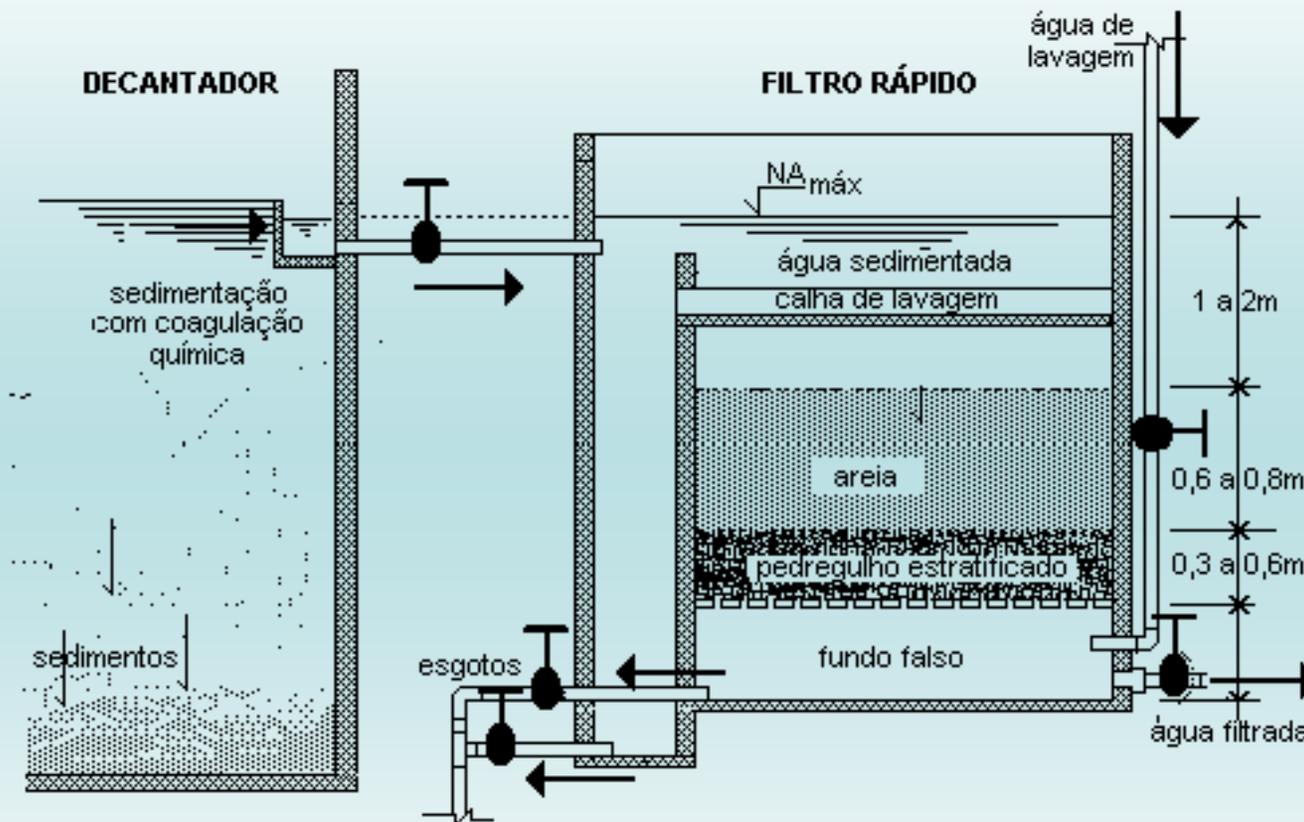
boa remoção de odor e sabor;

grande remoção de bactérias - > 95%.

## 4.2 – Filtração rápida

- 50 a 60 % das impurezas ficam retidas no decantador. A água com o restante das impurezas, flocos mais leves e partículas não floculadas, segue para o processo de filtração.
- Eles constituem uma "barreira sanitária" importante, podendo reter microrganismos patogênicos que resistem a outros processos de tratamento.

- Taxa de filtração geralmente compreendida entre 120 e 300 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia.
- Unidades com capacidade de filtração além de 150 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia, em geral são denominadas de filtros de alta taxa.

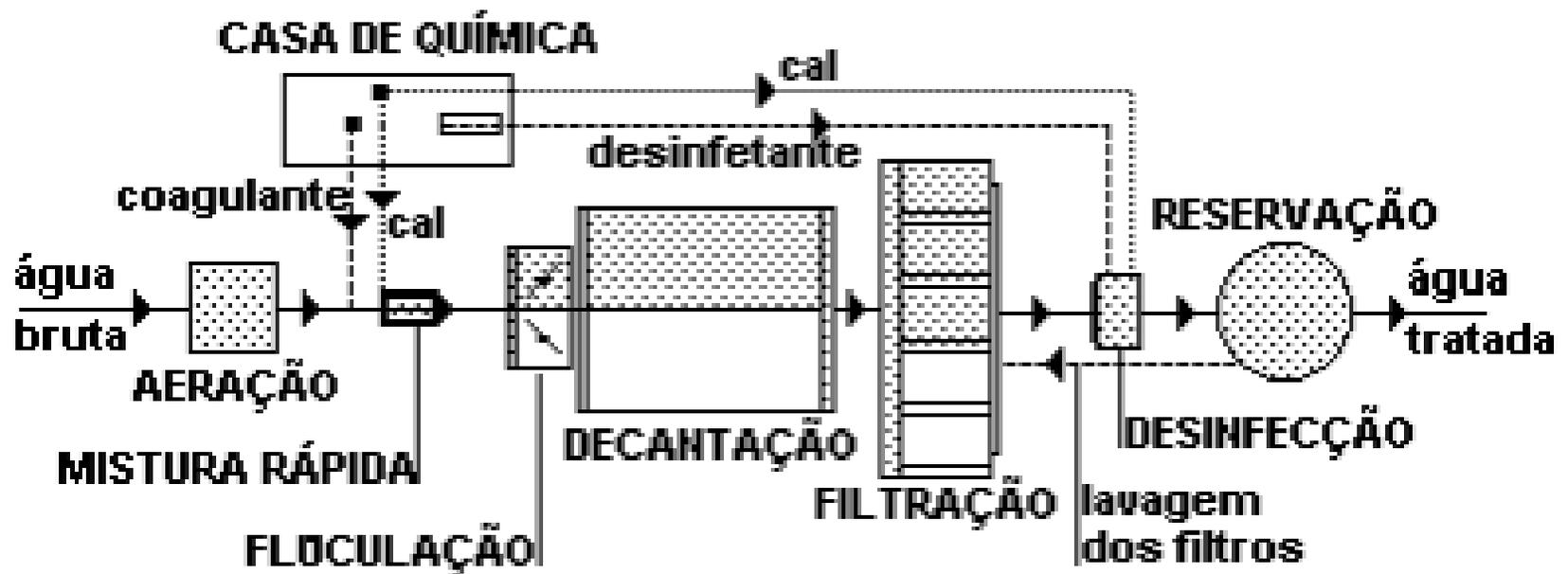


**Esquema vertical de um filtro rápido**

- Apresentam uma boa remoção de bactérias (90 a 95%), grande remoção de cor e turbidez, pouca remoção de odor e sabor.

Vantagens - maior rendimento, menor área, aproveitamento de águas de pior qualidade.

Desvantagens - requerem um controle rigoroso da ETA, pessoal habilitado e especializado, casa de química, laboratório de análise



**Esquema fluxométrico de ETA com filtros rápidos**

# 5 – DESINFECÇÃO

- Visa a eliminação dos organismos patogênicos eventualmente presentes na água.
- Cloro e seus compostos – processo mais usado no tratamento de águas de abastecimento público.
- Ozônio (O<sub>3</sub>) – agente muito poderoso. Destrói toda a matéria orgânica, removendo cor e odor. Sua aplicação é difícil e não deixa residual.
- Ultravioleta – ação bactericida. Grande custo de operação e manutenção.

# 6 – TRATAMENTOS ESPECIAIS

## 6.1 - Fervura

- Método mais seguro de tratamento para a água de beber, em áreas desprovidas de outros recursos.

## 6.2 – Redução de dureza

- A dureza da água é devida à presença de cátions metálicos divalentes (Cálcio e Magnésio), sob a forma de carbonatos, bicarbonatos e sulfatos.

## Inconvenientes:

- é desagradável ao paladar;
- gasta muito sabão para formar espuma;
- forma depósitos perigosos nas caldeiras e aquecedores;
- deposita sais em equipamentos e vasilhames empregados no cozimento de alimentos ou no aquecimento de água;
- mancha louças.

Principais processos de remoção de dureza da água:  
*cal-soda, de zeólitas ou osmose inversa*

## 6.3 - Remoção de ferro

O processo utilizado para a remoção do ferro depende da forma como as impurezas de ferro se apresentam.

Para águas limpas (poços, fontes, galerias de infiltração), contendo bicarbonato ferroso dissolvido (na ausência de oxigênio), utiliza-se a simples aeração.

Se o ferro estiver presente junto com a matéria orgânica, as águas, em geral, não dispensarão o tratamento completo com aeração inicial (aeração, coagulação, floculação, decantação e filtração).

## 6.4 - Correção de acidez excessiva

É obtida pelo aumento do pH, com a adição de cal ou carbonatos.

## 6.5 - Remoção de odor e sabor desagradáveis

- carvão ativado;
- filtração lenta;
- tratamento completo.

## 6.6 - Fluoretação das águas

- Meio mais eficaz e econômico de controle da cárie dental.
- As aplicações no abastecimento de água fazem-se por meio de aparelhos dosadores, sendo usados o *fluoreto de sódio*, o *fluossilicato de sódio* e o *ácido fluossilícico*.
- A concentração ótima situa-se em torno de 1,0 mg/L.

## 6.7 - Dessalinização de água

A água salobra ou do mar transforma-se em água potável por meio da tecnologia de *osmose inversa* para dessalinização da água.

Na Região Nordeste muitas localidades têm empregado dessalinizadores para produção de águas de abastecimento, tanto para processar águas salobras de origem superficial ou subterrânea.

# 7 – Tratamento para consumo industrial

## 7.1 - Águas de refrigeração

A água é aplicada no campo industrial como líquido refrigerante, na absorção de calor de um corpo quente.

A presença de sais de cálcio e magnésio e de microrganismos na água de refrigeração deve ser evitada.

A formação de depósitos de silicato e carbonatos de cálcio e magnésio no interior de equipamentos e tubulações provoca a redução da eficiência da troca de calor.

## 7.2 - Águas de produção de vapor

- A concentração de sólidos dissolvidos aumenta até que atinjam sua solubilidade, quando precipitam, formando incrustações no interior das caldeiras e tubulações.

## 7.3 - Águas de processo

- Participa diretamente das reações químicas.

- Seu tratamento compreende a remoção da acidez, da alcalinidade, da dureza, do ferro e de outros minerais, conforme as exigências da aplicação.