

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS - UFPEL
CENTRO DE ENGENHARIAS - CENG
DISCIPLINA: SISTEMAS URBANOS DE ÁGUA



TRATAMENTO DE ÁGUA

Mestranda Caroline Voser Pereira Roschild

Prof. Dr. Hugo Alexandre Soares Guedes

E-mail: hugo.guedes@ufpel.edu.br e/ou Hugo.hydro@gmail.com

Website: wp.ufpel.edu.br/hugoguedes

Água para abastecimento público

- ▶ A água para uso humano deve atender a rigorosos critérios de qualidade, de modo a **não causar prejuízo à saúde de seus consumidores**. Uma água própria para este fim é chamada de **água potável** e as características a que a mesma deve atender são os chamados **padrões de potabilidade** (Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde).
- ▶ Além dos padrões de potabilidade, devemos considerar os critérios de **qualidade dos mananciais de água** destinada ao **abastecimento humano**. Esta é a chamada **água potabilizável**, ou seja, a que pode se tornar potável, após tratamento convencional.
- ▶ Devem ser estabelecidos limites de impurezas para a água potabilizável, de modo que as técnicas convencionais de tratamento possam minimizá-las tornando-a potável.

Poluição da Água

A água contaminada é um poderoso veículo de transmissão de doenças. As doenças relacionadas com a água têm diversas origens e são causadas principalmente por bactérias, vírus ou parasitas.

As doenças veiculadas pela água podem ser contraídas:

- Bebendo água contaminada,
- Comendo alimentos lavados com essa água ou
- Banhando-se nelas.

Por isso é importante que utilizemos somente água tratada para consumo humano e fazer um bom uso quanto aos hábitos higiênicos pessoais e na manipulação e no preparo de alimentos.

DOENÇAS TRANSMITIDAS POR ÁGUA CONTAMINADA

Febre Tifóide

Poliomielite (Paralisia Infantil)

Esquistossomose (Contato)

Hepatite Tipo A

Leptospirose

Verminoses

Cólera



Água para abastecimento público

- Classe Especial: ao abastecimento para consumo humano, **com desinfecção**.
- Classe 1: ao abastecimento para consumo humano, **após tratamento simplificado**.
- Classe 2: ao abastecimento para consumo humano, **após tratamento convencional**.
- Classe 3: ao abastecimento para consumo humano, **após tratamento convencional ou avançado**.
- Classe 4: não é destinada para o consumo humano.

Parâmetros de Qualidade da Água

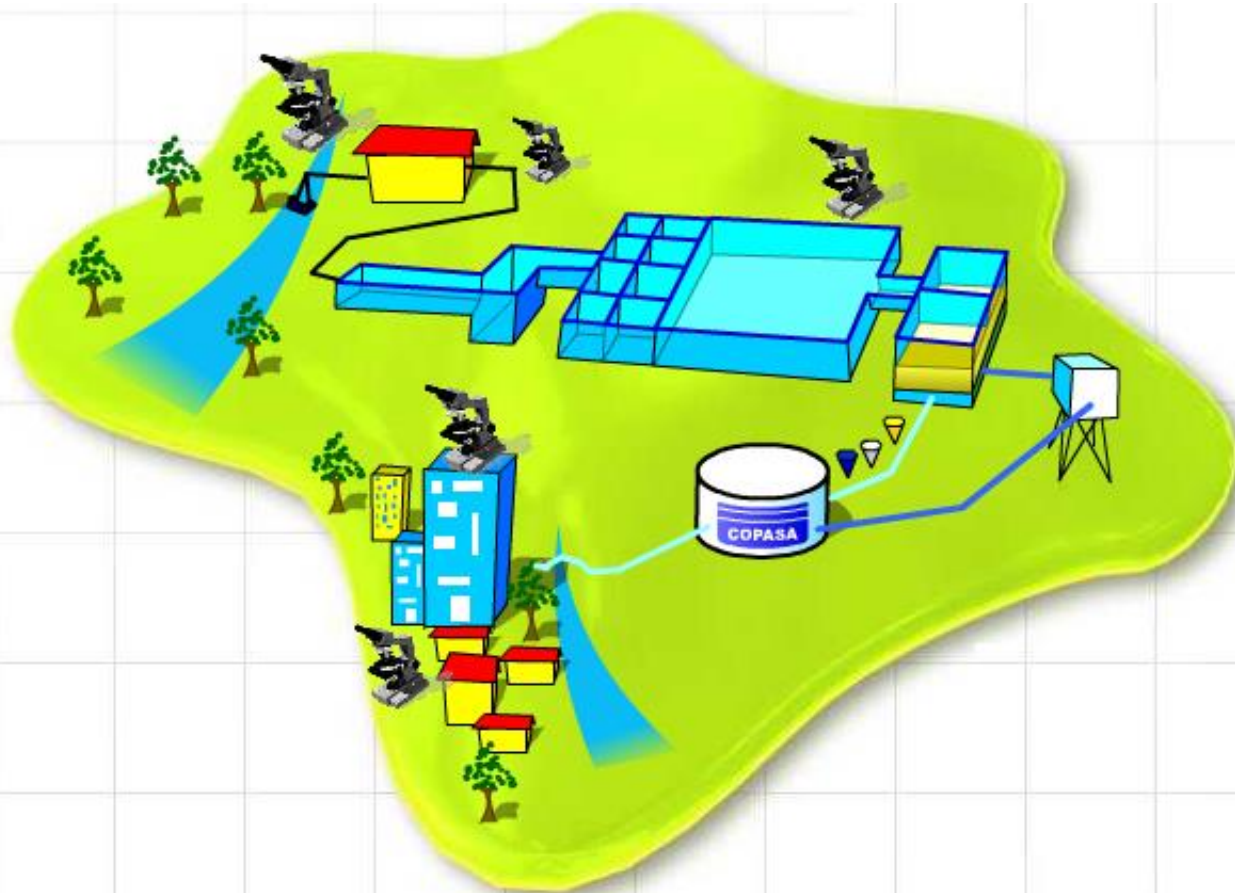
▶ Relação direta → Quanto pior for a qualidade da água:

Mais cara
Mais lento é o processo de tratamento
Maior será o cuidado e preocupação
Mais intenso será o monitoramento
Maior geração de resíduos
Entre outros aspectos.

Conceitos importantes

- ▶ Através da Portaria nº 2914/2011, foram definidos os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
- ▶ I - **Água para consumo humano**: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem.
- ▶ II - **Água potável**: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido na Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde e que não ofereça riscos à saúde.
- ▶ III - **Água tratada**: água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade.
- ▶ IV - **Sistema de abastecimento de água para consumo humano**: instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição.
- ▶ V - **Controle da qualidade da água para consumo humano**: conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição.

ETA – Abastecimento de água

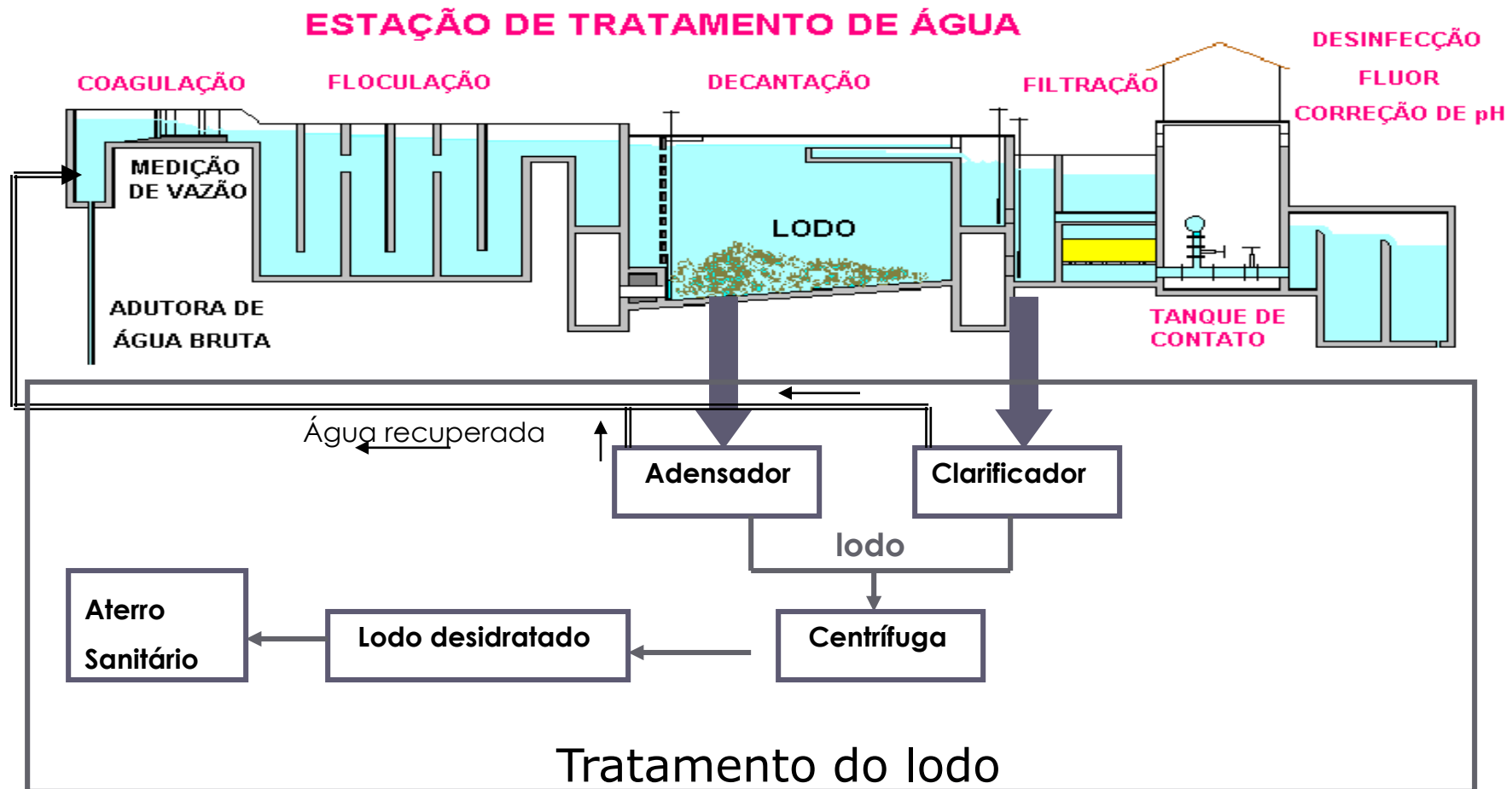


- ❑ Local e tipo de captação
- ❑ ETA
- ❑ Reservatórios
- ❑ Distribuição

Tipos de tratamento

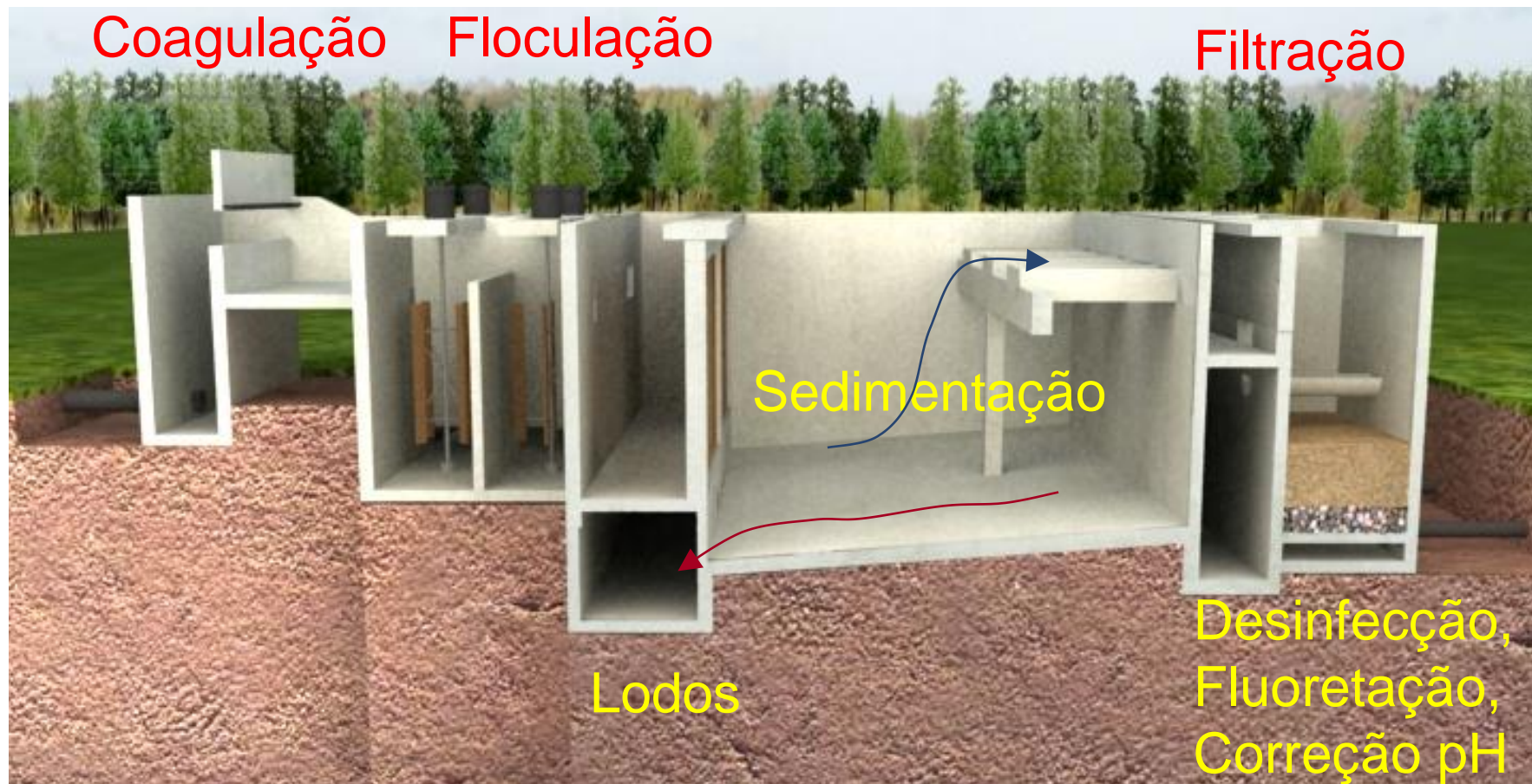
- **Tratamento com simples desinfecção:** adição de cloro na água antes da distribuição à população, processo conhecido como **cloração**.
- **Tratamento simplificado:** adição de cloro e flúor na água antes da distribuição à população, processo conhecido como **fluoretação**.
- **Tratamento convencional:** A água bruta passa por tratamento completo em ETA, dotado dos processos de **floculação, decantação, filtração, correção de pH, desinfecção (cloração) e fluoretação**, antes de ser distribuída à população.
- **Tratamento avançado:** clarificador de contato, pré-oxidação, flotação, centrifugação, membranas filtrantes.

Tratamento da água

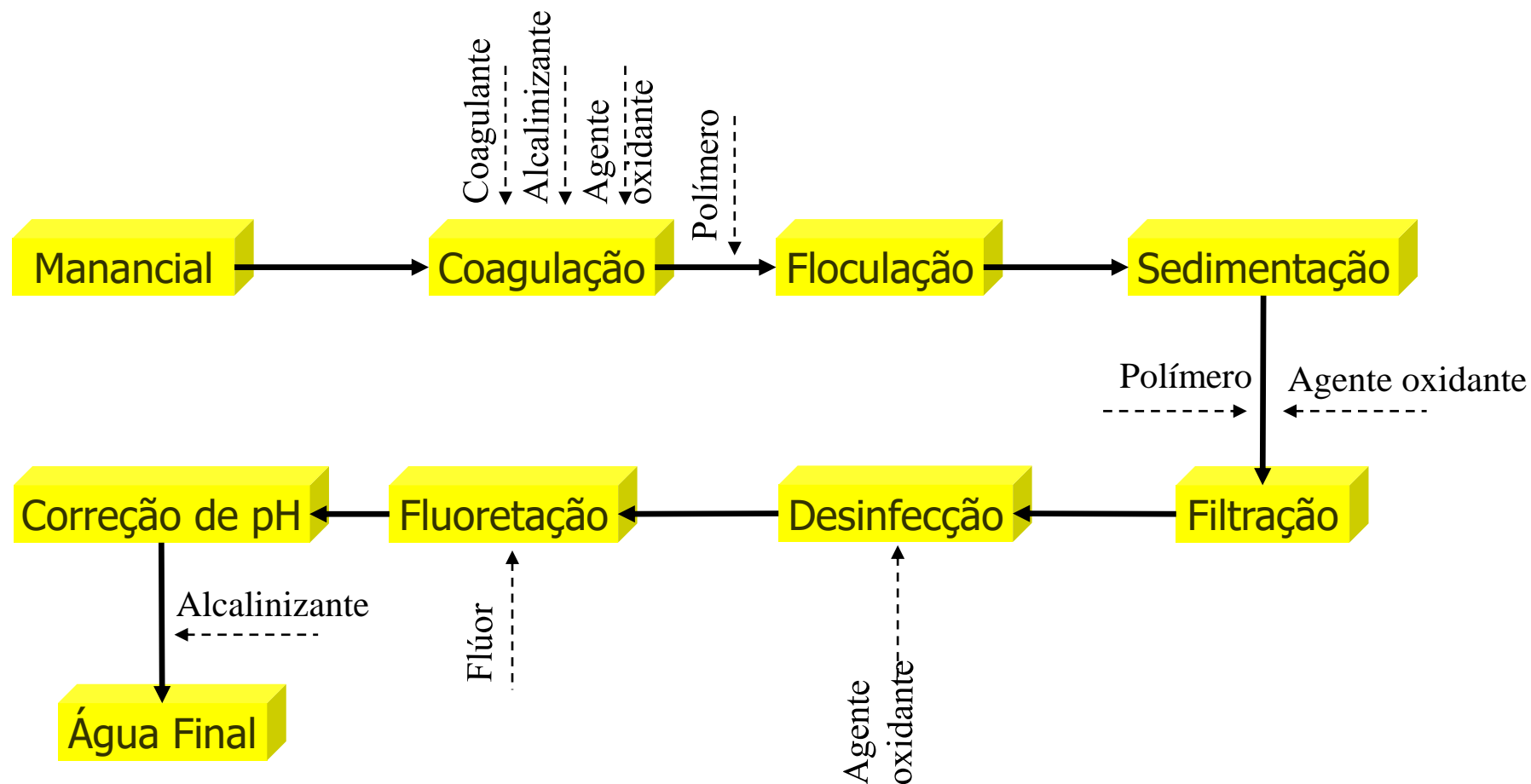


Estação de Tratamento da Água (ETA)

Corte longitudinal



Etapas do tratamento convencional



Coagulação

- A coagulação é um processo físico-químico em que a substância coagulante adicionado à água, num processo de **mistura rápida**, proporciona formação de coágulos.
- Na coagulação se processa a desestabilização das partículas coloidais e em suspensão, com a remoção das forças que as mantêm separadas. O processo se inicia logo após a aplicação dos coagulantes, através de um processo de mistura rápida e dura poucos segundos.
- Remoção da turbidez orgânica e inorgânica, que não pode ser eliminada por simples sedimentação.
 - Remoção de cores, aparente e verdadeira da água.
 - Eliminação de bactérias, vírus e organismos patogênicos susceptíveis de serem separados por coagulação.
 - Eliminação de algas e plânctons presentes nas águas.
 - Eliminação de substâncias produtoras de gosto e odor na água.

COAGULANTES EMPREGADOS

- Sulfato de alumínio (sólido ou líquido)
- Cloreto férrico (líquido)
 - ▶ - Águas ácidas (pH 4) ou alcalinas (pH 11), fortemente coloridas e que contenha ácido sulfúrico.
- Sulfato férrico (líquido)
 - ▶ - Águas ácidas (pH 3,5)
- Cloreto de polialumínio (sólido ou líquido)
- Coagulantes orgânicos catiônicos (sólido ou líquido)

DOSAGENS DE COAGULANTE USUALMENTE EMPREGADOS NO TRATAMENTO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO

- **Sulfato de alumínio (5 mg/l a 100 mg/l)** ou Cloreto de Polialumínio (PAC)
- Cloreto férrico (5 mg/l a 70 mg/l)
- Sulfato férrico (8 mg/l a 80 mg/l)
- Coagulantes orgânicos catiônicos (1 mg/l a 4 mg/l)

Sulfato de Alumínio – forma sólida

- Dosagem (5 mg/l a 100 mg/l)
- Produto adquirido na forma sólida
- Sacos com 25 kg e 40 kg de massa
- Pureza: 90% a 95%
- Massa específica aparente: 700 a 800 kg/m³



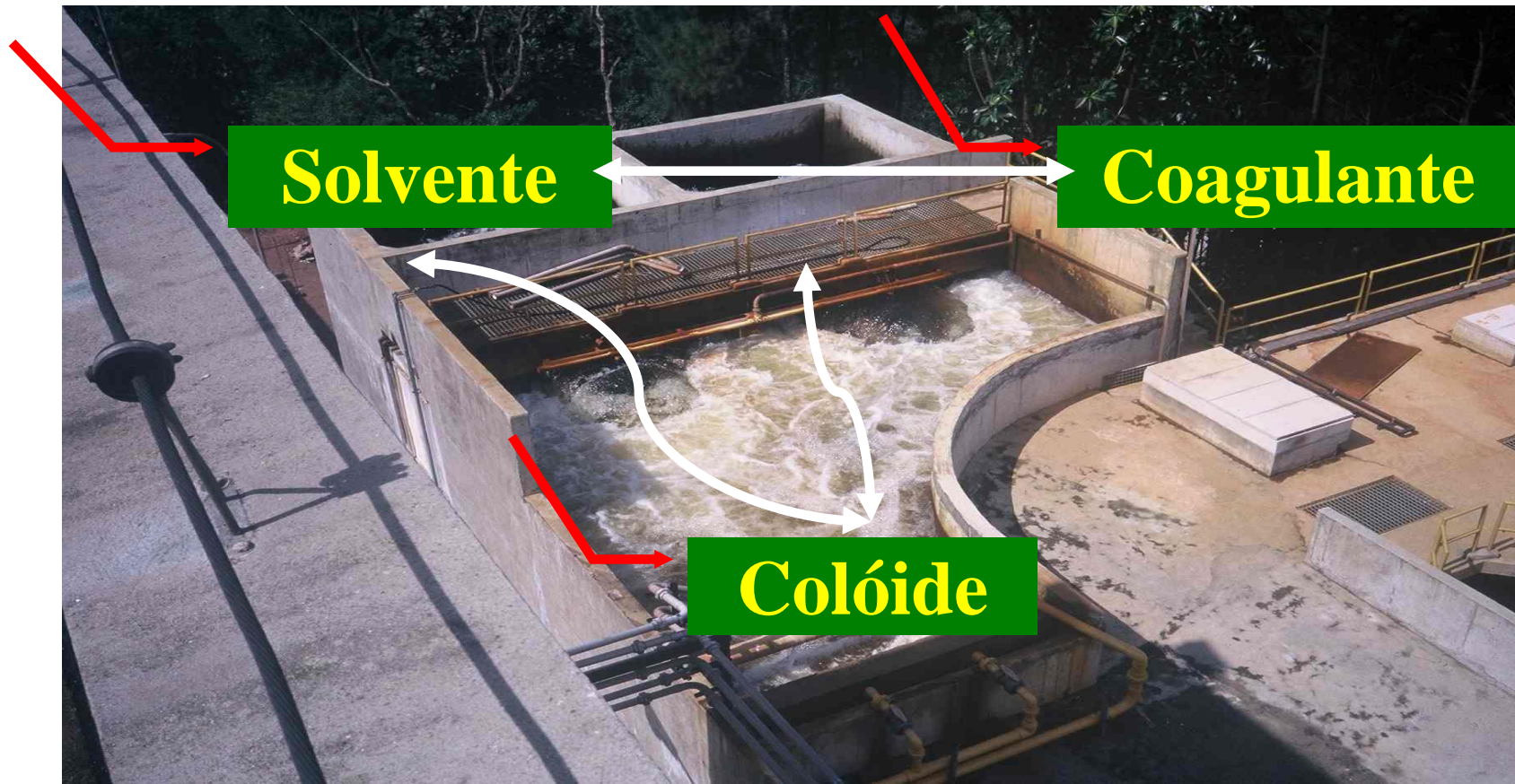
Sulfato de Alumínio

Forma Líquida

- Dosagem (5 mg/l a 100 mg/l)
- Produto adquirido na forma líquida
- Caminhão tanque
- Pureza: 50%
- Massa específica aparente: 1.300 kg/m³



VISÃO DINÂMICA DO PROCESSO DE COAGULAÇÃO



Dispositivos para Mistura Rápida

Dispositivos Hidráulicos

- ❖ Calhas Parshall
- ❖ Vertedores retangulares
- ❖ Malhas difusoras
- ❖ Injetores

PROCESSO DE COAGULAÇÃO EM CALHAS PARSHALL – ETA CARAGUATATUBA (SP)



Calhas Parshall

ETA Caraguatatuba - SP



PROCESSO DE COAGULAÇÃO EM MALHAS DIFUSORAS

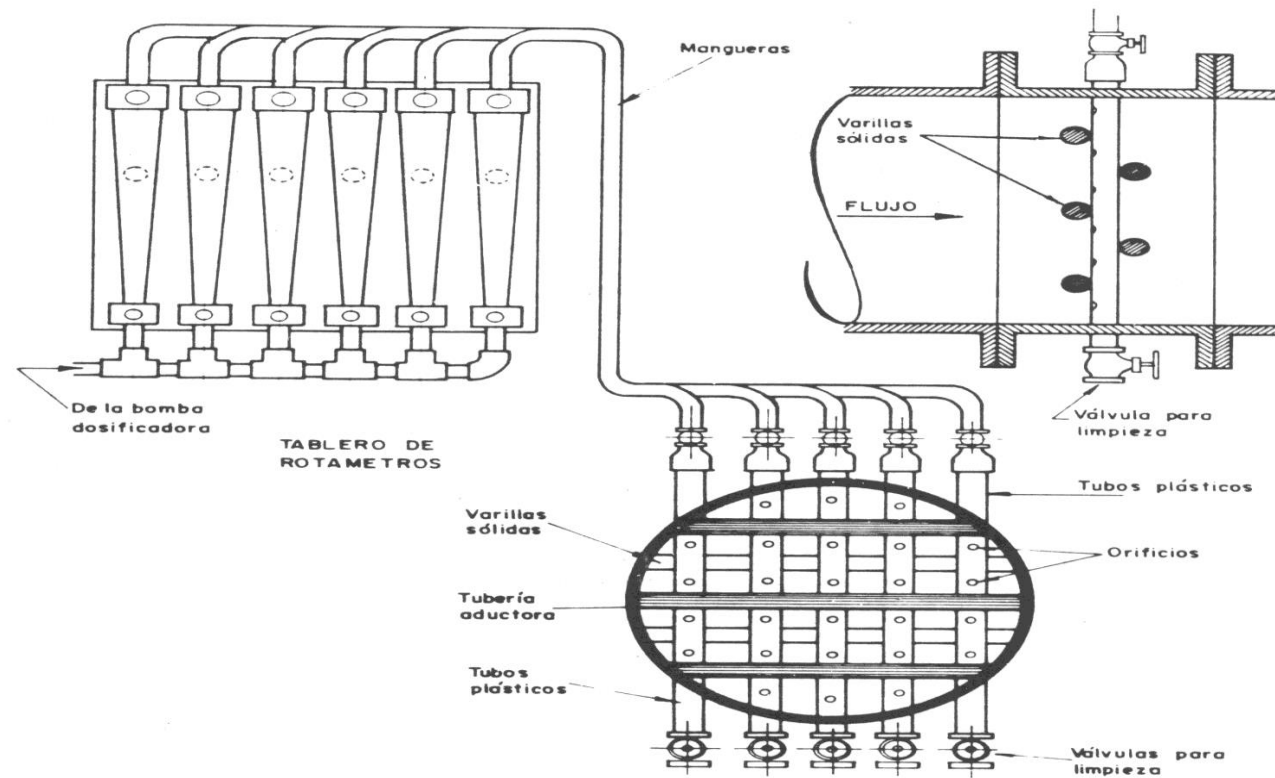


Fig. 3-12 SISTEMA DE MEZCLA CON DISPERSORES

Dispositivos para Mistura Rápida

Dispositivos Mecânicos

- ❖ Agitadores mecânicos
- ❖ Turbinas
- ❖ Hélice propulsora

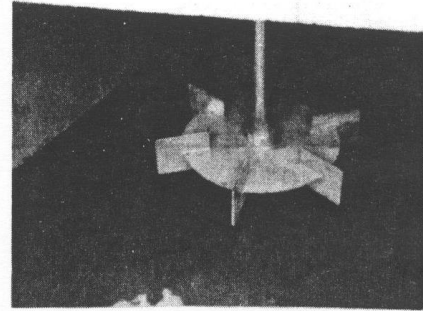
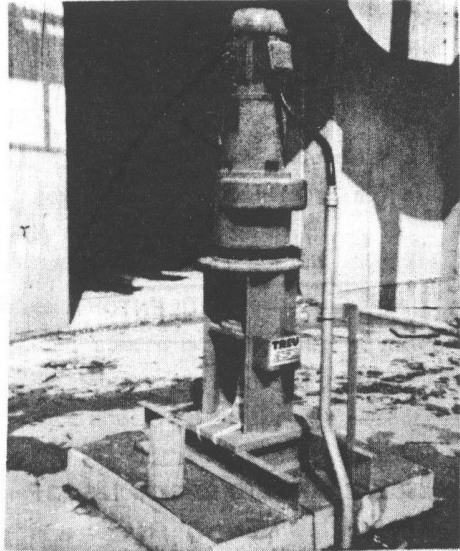
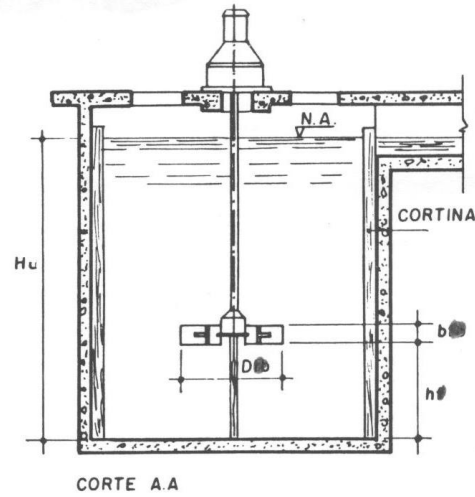
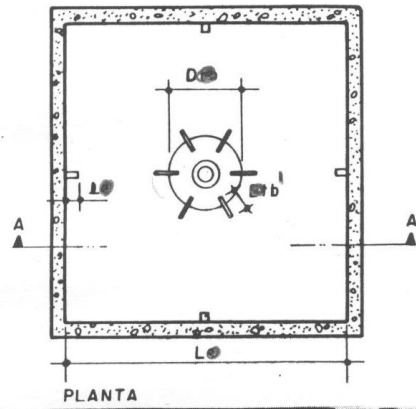


FIGURA 8.36 - ESQUEMA EM PLANTA E CORTE DE UMA UNIDADE DE MISTURA RÁPIDA MECANIZADA COM TURBINA DE PALETAS PLANAS

Sistemas de Agitação



Sistema de agitação

Malha Difusora
+
Sistema de Agitação

Floculação

01

A floculação é um processo pelo qual as partículas (coágulos formados) se aglutinam em pequenas massas, com peso específico maior do que o da água, formando flocos.

02

Ela se caracteriza pelo transporte das partículas dentro do líquido, através de um processo de mistura lenta, para que façam contato entre si, formando coágulos porosos (flocos). Nesse processo as partículas desestabilizadas chocam-se umas às outras e formam os coágulos maiores (flocos).

Floculação





Floculação

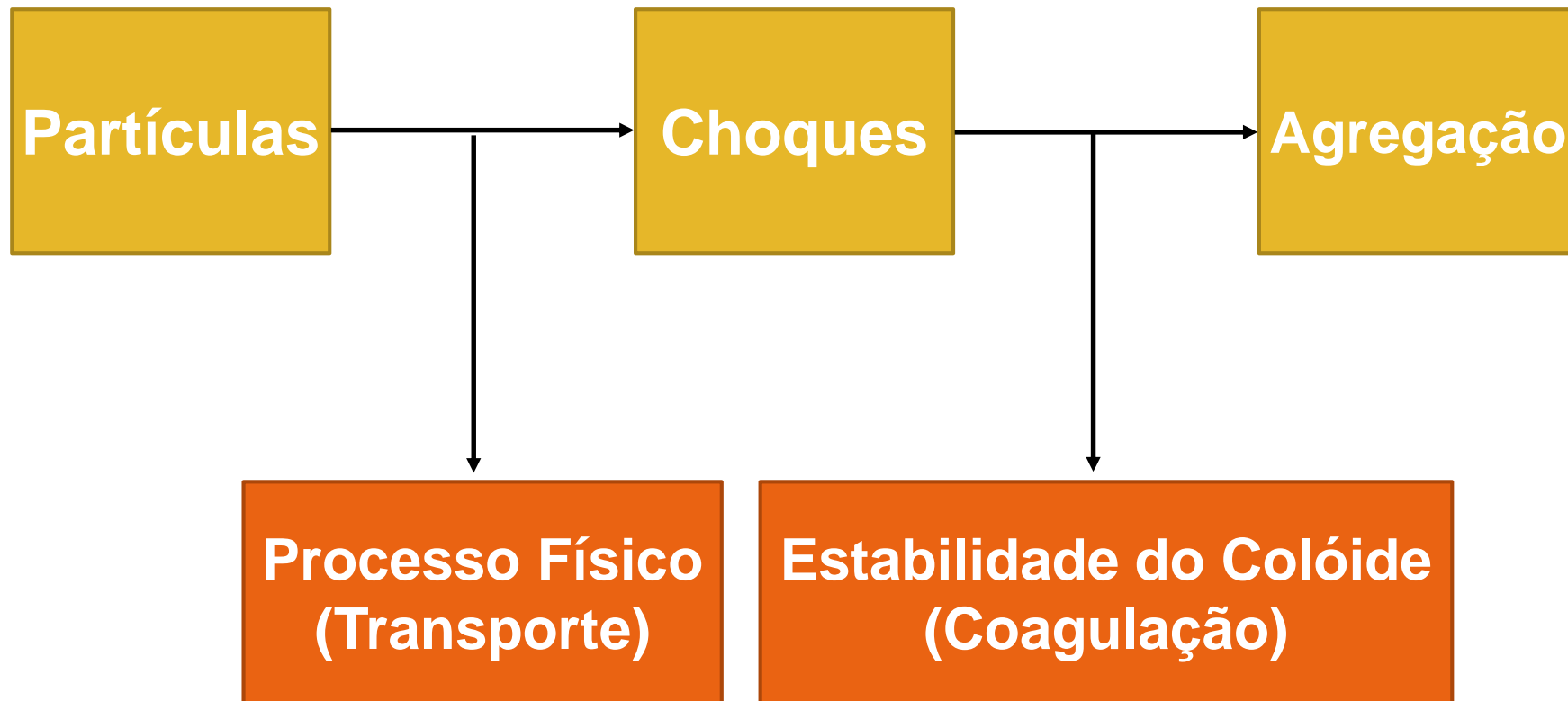


Floculação



ETA Gravará, CAGEPA, Sistema Boqueirão - Campina Grande

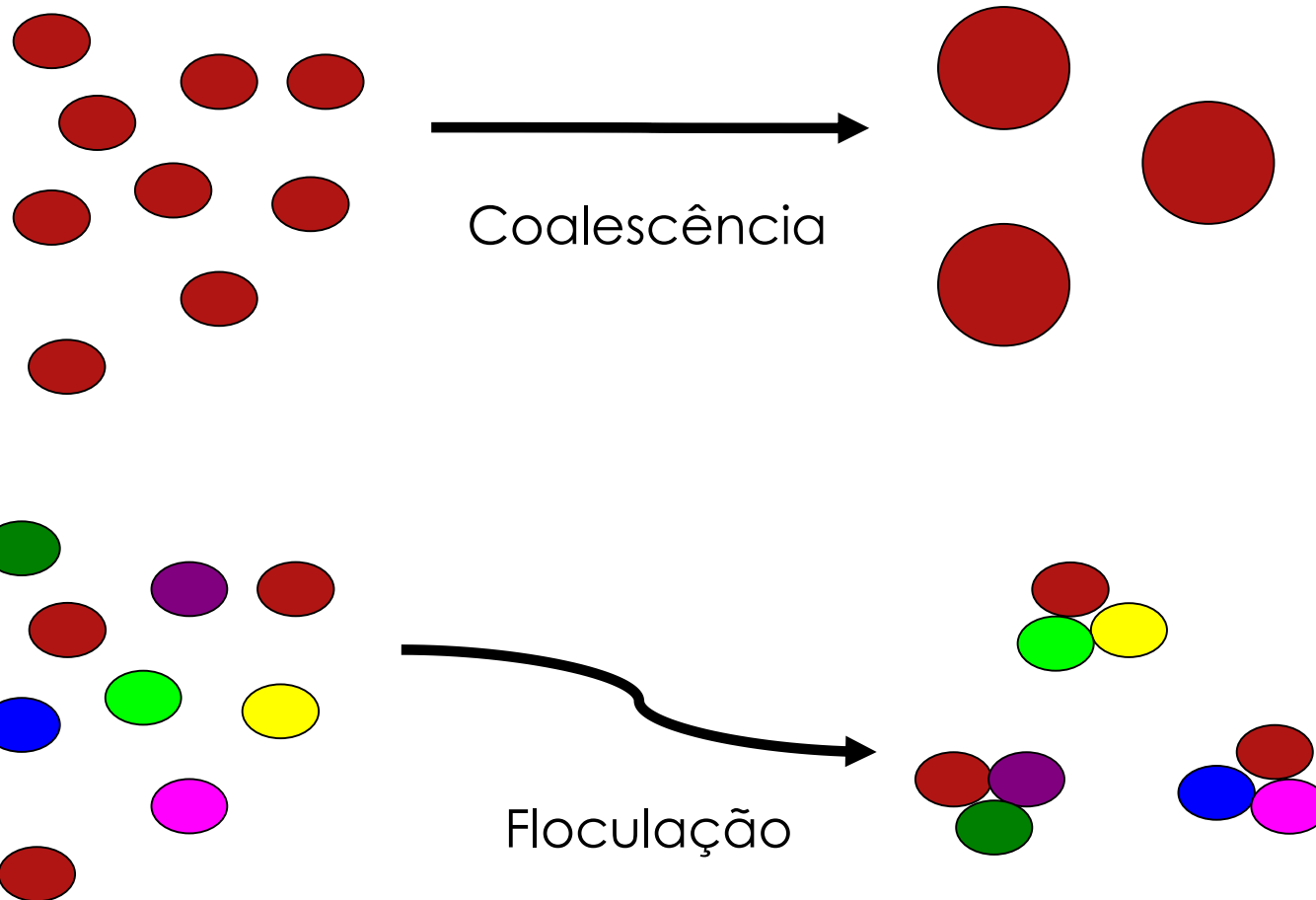
Floculação



Mecanismo de Transporte

- Será função das dimensões das partículas desestabilizadas e da progressiva formação e crescimento dos flocos. Tal transporte é resultado de dois mecanismos:
- Floculação pericinética: causada pelo movimento browniano, devido às diferenças de velocidade das linhas de corrente do fluido em escoamento;
- Floculação ortocinética: causada pela energia hidráulica ou mecânica introduzida no meio, e as distintas velocidades de sedimentação dos flocos.

COALESCÊNCIA E FLOCULAÇÃO



Processos de floculação

Floculadores Hidráulicos

- ❖ Fluxo horizontal
- ❖ Fluxo vertical
- ❖ Fluxo helicoidal: Alabama

Processo de floculação

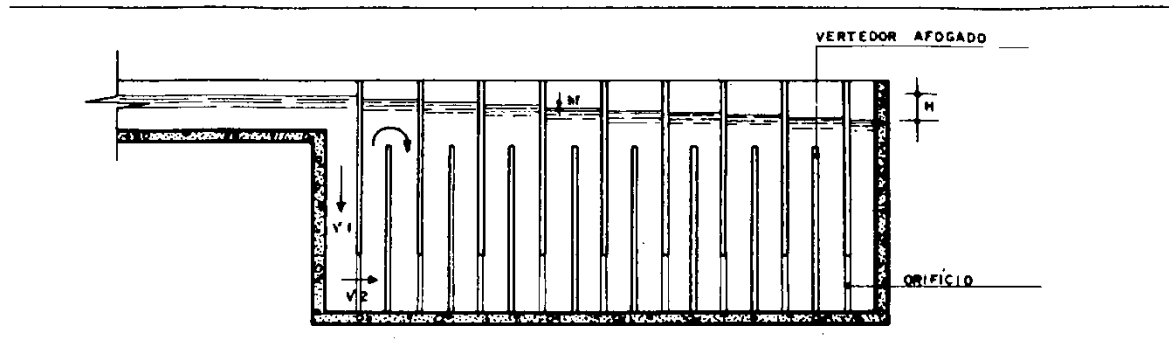


Figura 20.10 – Câmara com chicanas de fluxo vertical – Corte transversal.

Fluxo Vertical

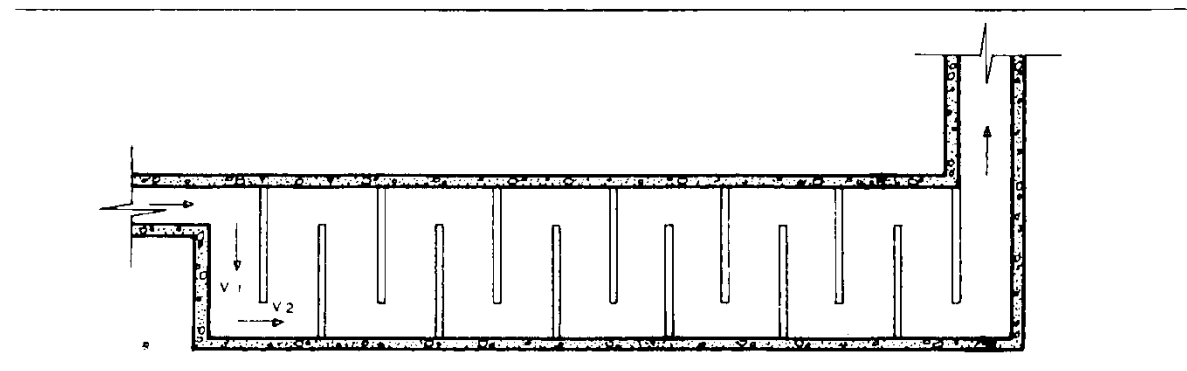


Figura 20.11 – Câmara com chicanas de fluxo horizontal – planta.

Fluxo Horizontal



Floculador
Hidráulico de
Fluxo
Horizontal –
ETA Duartina
(SABESP)



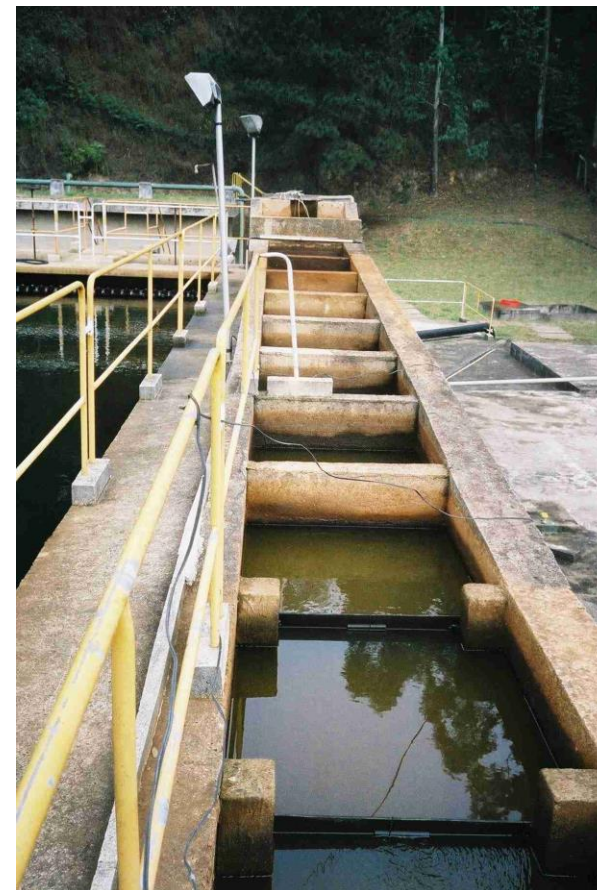
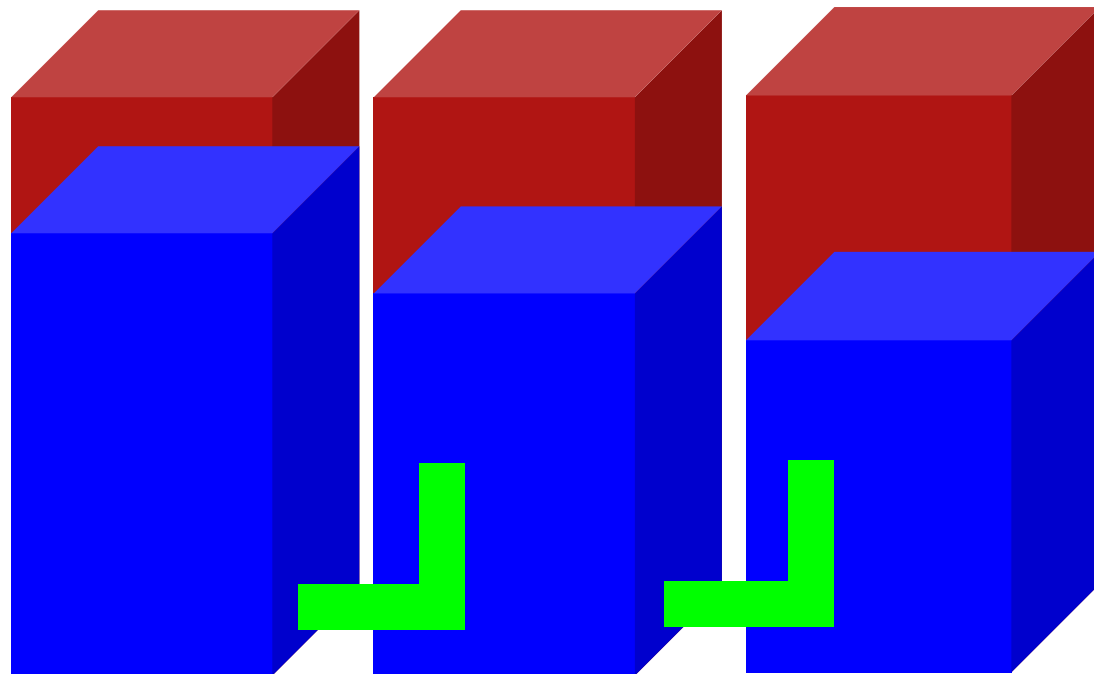
Floculador
Hidráulico de
Fluxo Vertical –
ETA Ribeirão
da Estiva



Floculador
Hidráulico
Alabama
ETA Aldeia da
Serra

Floculador Hidráulico Alabama

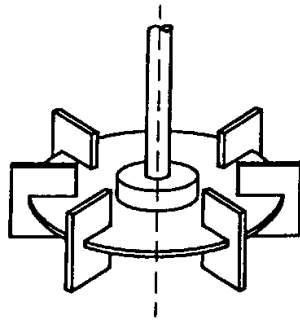
ETA Aldeia da Serra



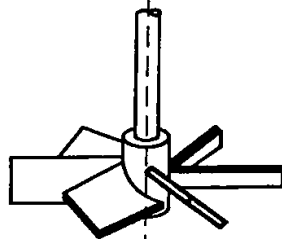
Processos de Floculação

Floculadores Mecânicos

- ❖ Agitadores de fluxo radial
- ❖ Agitadores de fluxo axial
- ❖ Agitadores de fluxo radial e axial

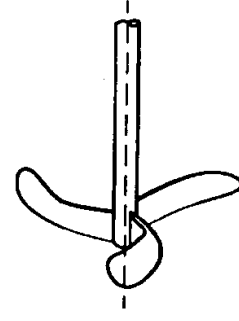


**Flat-Blade
Turbine**

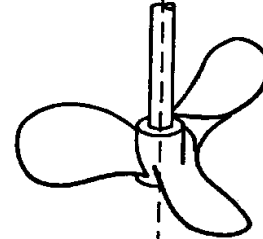


**Pitched-Blade
Turbine**

Radial Flow



**Curved-Blade
Turbine (Pfaudler)**



**Marine
Propeller**

Axial Flow

Floculadores
mecânicos

AGITADORES MECANIZADOS – ETA ALTO DA BOA VISTA

- ▶ Agitadores Mecanizados
- ▶ ETA Alto da Boa Vista



COAGULAÇÃO - FLOCULAÇÃO



```
graph TD; A[COAGULAÇÃO - FLOCULAÇÃO] --> B[Coagulantes químicos para reduzir as forças que mantêm separadas as partículas em suspensão]; B --> C[Promover a colisão entre as partículas desestabilizadas pelo transporte do fluido];
```

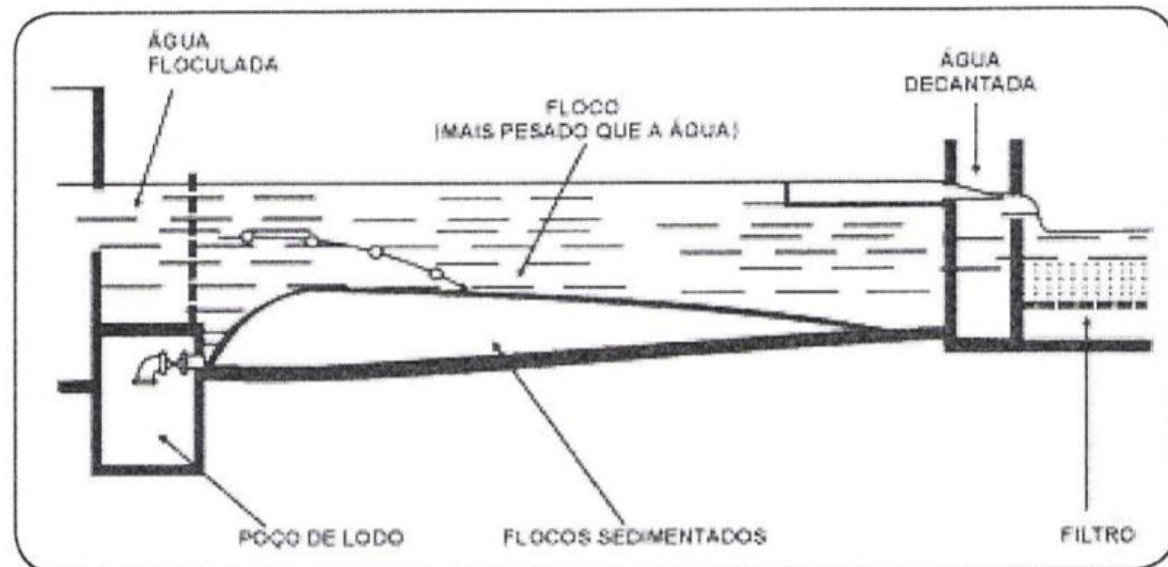
The diagram is a vertical flowchart with three red rounded rectangular boxes. The top box contains the title 'COAGULAÇÃO - FLOCULAÇÃO'. An orange arrow points down from this box to the second box, which contains the text 'Coagulantes químicos para reduzir as forças que mantêm separadas as partículas em suspensão'. A second orange arrow points down from the second box to the third box, which contains the text 'Promover a colisão entre as partículas desestabilizadas pelo transporte do fluido'. The background features a dark teal gradient at the top and a red vertical bar on the right side.

Coagulantes químicos para reduzir as forças que mantêm separadas as partículas em suspensão

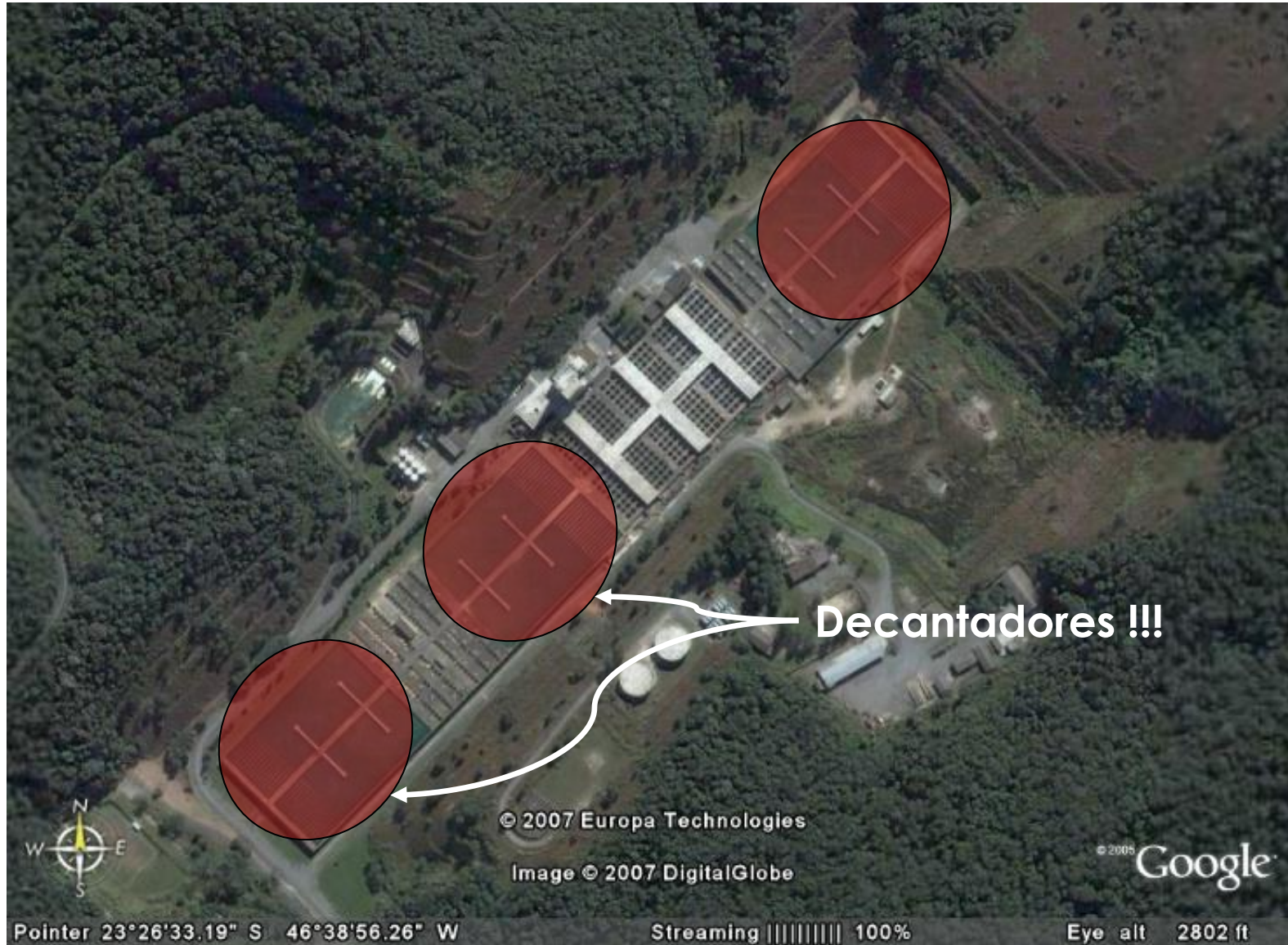
Promover a colisão entre as partículas desestabilizadas pelo transporte do fluido

DECANTAÇÃO (SEDIMENTAÇÃO)

- ▶ Processo de separação sólido-líquido que tem como força propulsora a ação da gravidade.
- ▶ Para a sedimentação dos flocos formados nos floculadores são utilizadas unidades denominadas decantadores ou sedimentadores.



Fonte: Barros et al., 1995.



Decanta- dores



Decantadores

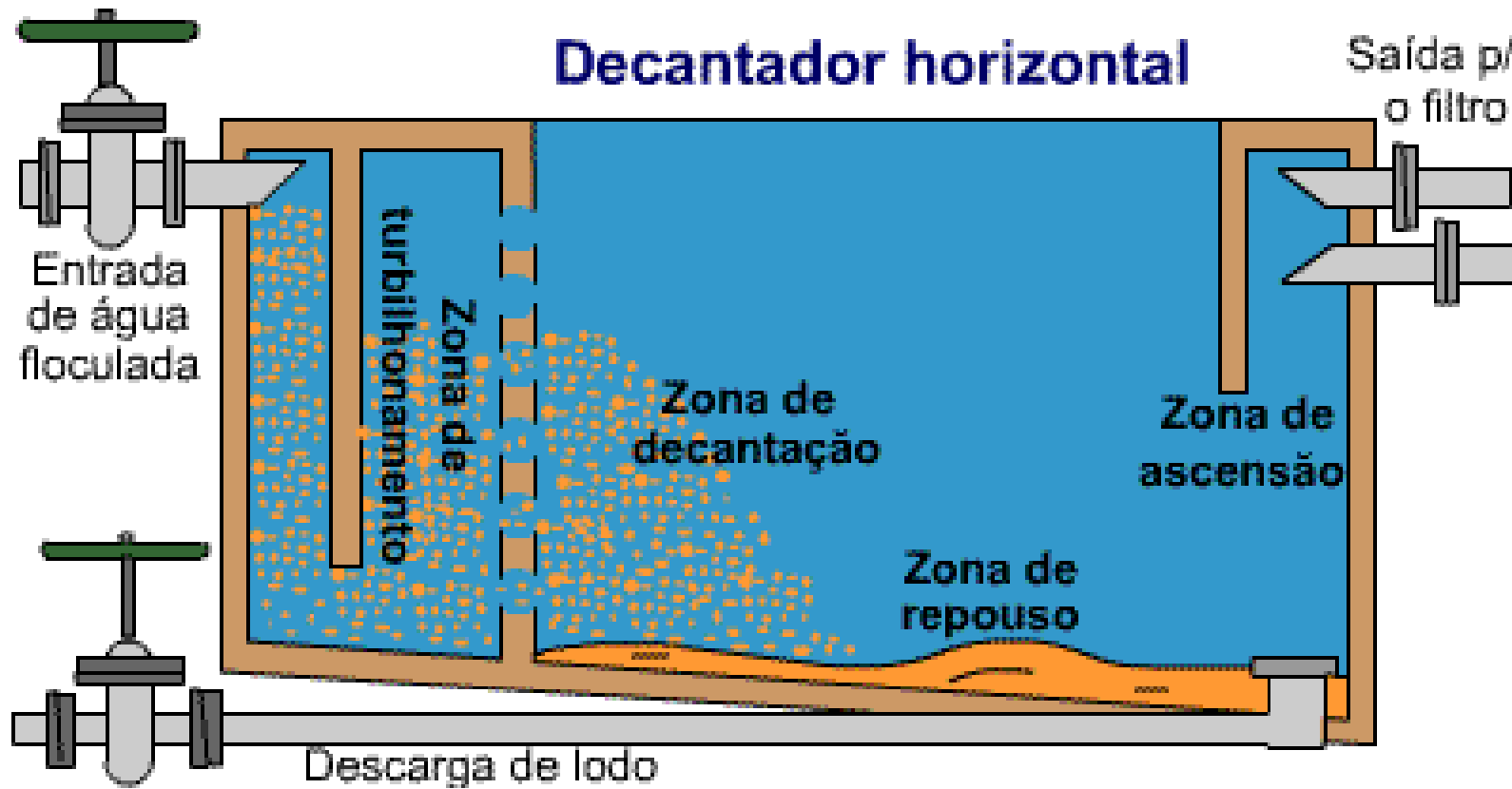
Tipos de decantadores

Convencional:

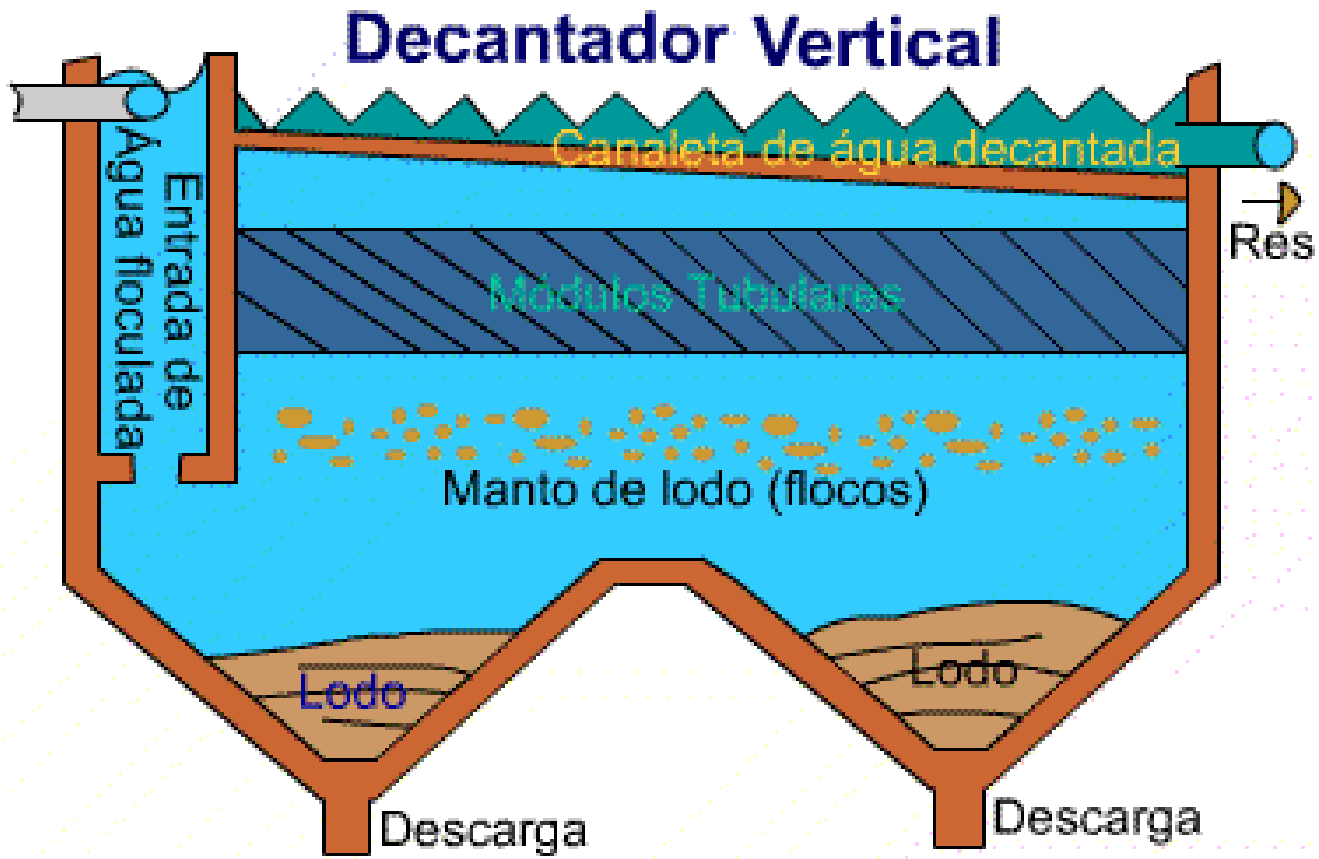
- Fluxo horizontal: seção retangular
- Fluxo vertical: seção circular

Alta taxa (laminares)

- Fluxo ascendente (mais usual)
- Fluxo descendente



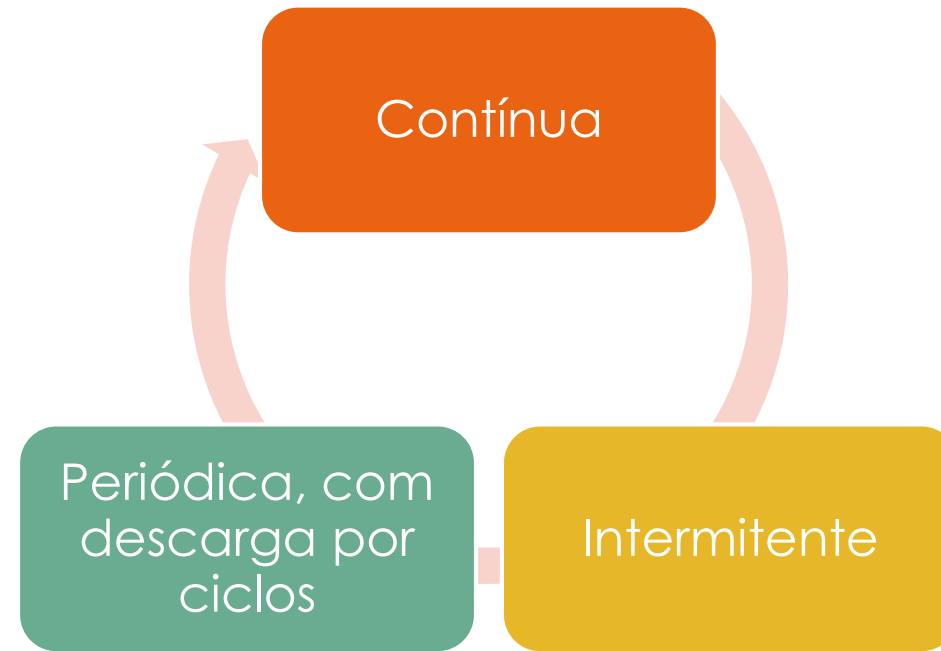
DECANTADORES CONVENCIONAIS EM ETA'S



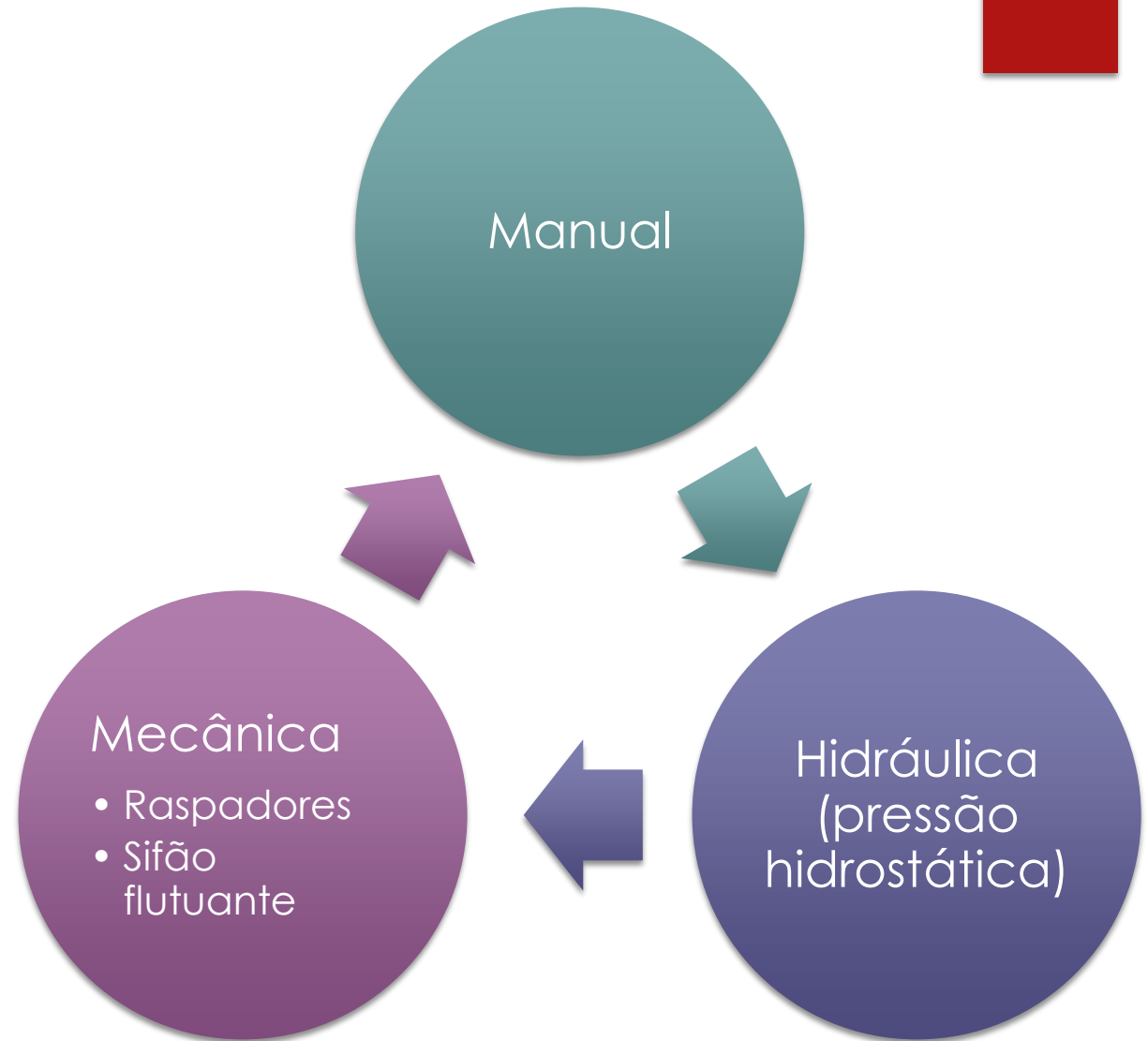
DECANTADORES
CONVENCIONAIS
EM ETA'S

REMOÇÃO DO LODO

Formas de remoção :



Tipos de remoção:



Remoção do lodo

Manual

- Prever o volume no fundo do decantador para acúmulo de lodo por um período de 60 dias.
- Fundo com declividade mínima de 5%, no sentido do local da tubulação de descarga;
- Prever dispositivo para lavagem com jateamento de água.

Remoção do lodo

Hidráulica

- Fundo inclinado com ângulo superior a 60° com o plano horizontal;
- Carga hidráulica mínima de 1,50 m (mais as perdas de carga na tubulação de descarga);
- Diâmetro mínimo da tubulação de descarga de 150 mm.

Remoção do lodo

Mecânica

- Com raspadores:

 - Seleção a ser feita em catálogos de fornecedores;

 - Poço de lodo na entrada do decantador, após a cortina de distribuição de vazão, dotado de tubulação para descarga do lodo coletado.

- Sifão flutuante:

 - Seleção a ser feita em catálogos de fornecedores;

 - Lodo coletado ao longo de decantador, com lançamento numa calha lateral superior posicionada ao longo do seu comprimento.

Remoção do lodo

Esgotamento do decantador para limpeza

- Tubulação dimensionada para esgotá-lo em 2 (duas) horas, embora a norma recomende até 6 (seis) horas.
- Área da tubulação

FILTRAÇÃO

- Processo de separação sólido-líquido utilizado para promover a remoção de material particulado presente na fase líquida.
- Processo de passagem de uma solução por um meio poroso com a finalidade de remoção de sólidos suspensos ou precipitados químicos;
- Numa estação clássica ou convencional de tratamento de água a filtração é projetada para efetuar a remoção de partículas residuais em suspensão que não foram retidas na decantação;
- Quando os filtros recebem água coagulada ou floculada, sem passar, portanto, pelo decantador, diz-se que a estação é do tipo filtração direta.

Filtração

- Os filtros são constituídos de meios filtrantes (areia, pedregulho ou cascalho etc.) classificados de acordo com sua granulometria e coeficiente de uniformidade, que recebem a água sob vazão controlada;
- À medida que a água passa pelo meio filtrante, há a deposição de flocos sobre a mesma, que provoca a colmatação da camada superficial, aumentando a perda de carga, e tornando-se necessária a lavagem geral do filtro.

SISTEMA DE FILTRAÇÃO SABESP – ETA RIO GRANDE



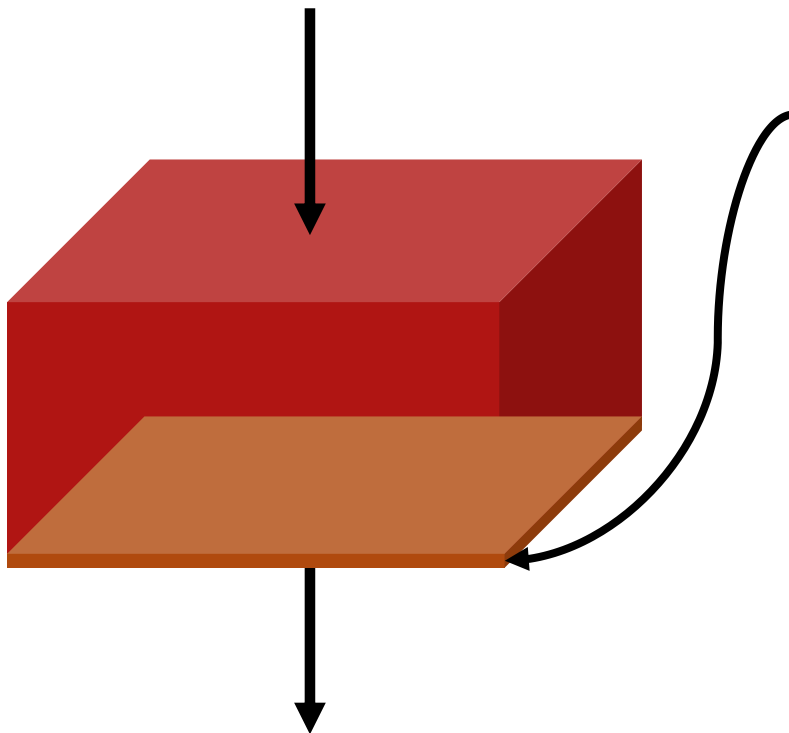


SISTEMA DE FILTRAÇÃO SABESP – ETA RIO GRANDE



CLASSIFICAÇÃO DO PROCESSO DE FILTRAÇÃO

Com relação ao tipo de Filtração



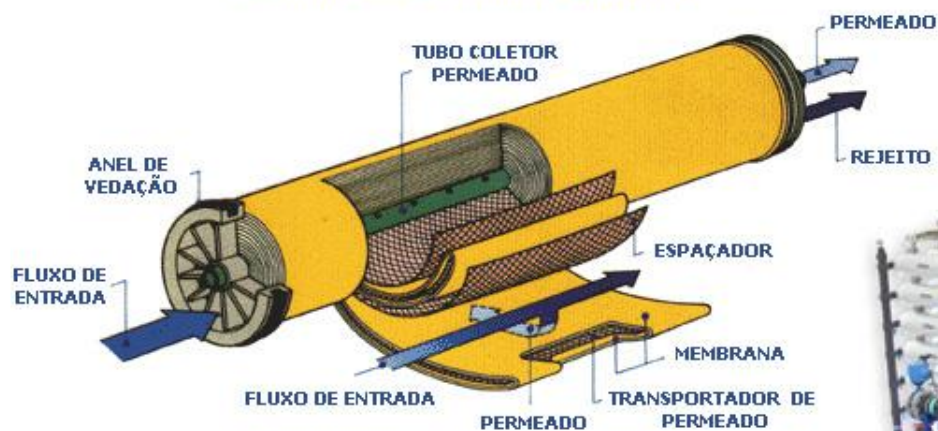
Filtração em Membrana

Osmose reversa
Nanofiltração
Ultrafiltração
Microfiltração

Remove as
partículas
“invisíveis”



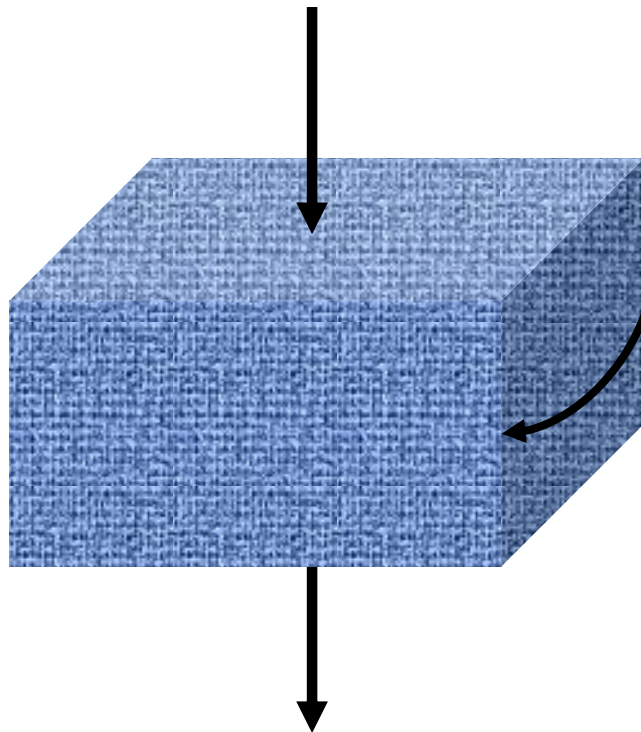
MEMBRANA DE OSMOSE REVERSA



FILTRAÇÃO EM MEMBRANAS SISTEMA DE OSMOSE REVERSA

CLASSIFICAÇÃO DO PROCESSO DE FILTRAÇÃO

Com relação ao tipo de filtração:



Filtração em meio granular

Filtros lentos

Filtração rápida

Filtros de camada profunda

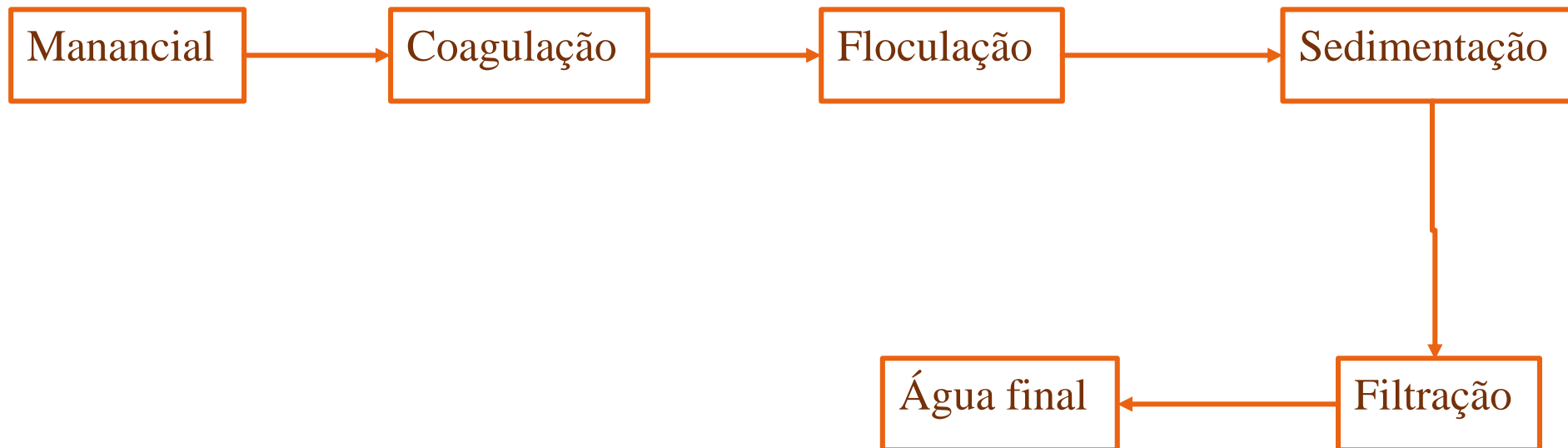


FILTRAÇÃO
EM MEIO
GRANULAR
FILTROS
RÁPIDO POR
GRAVIDADE

CLASSIFICAÇÃO DO PROCESSO DE FILTRAÇÃO

Com relação ao tratamento

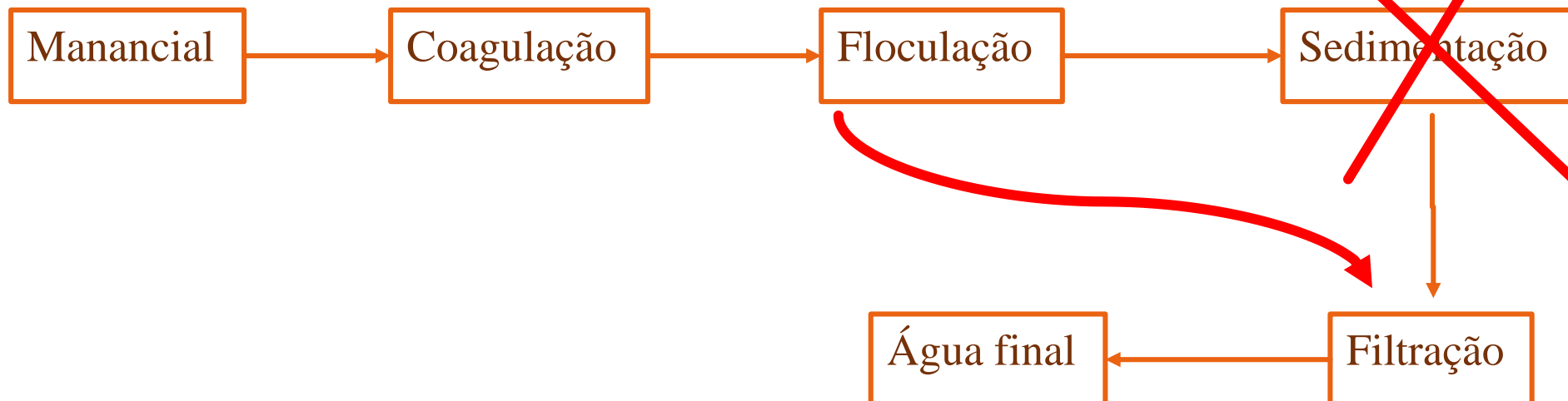
Filtração Convencional



CLASSIFICAÇÃO DO PROCESSO DE FILTRAÇÃO

Com relação ao tratamento

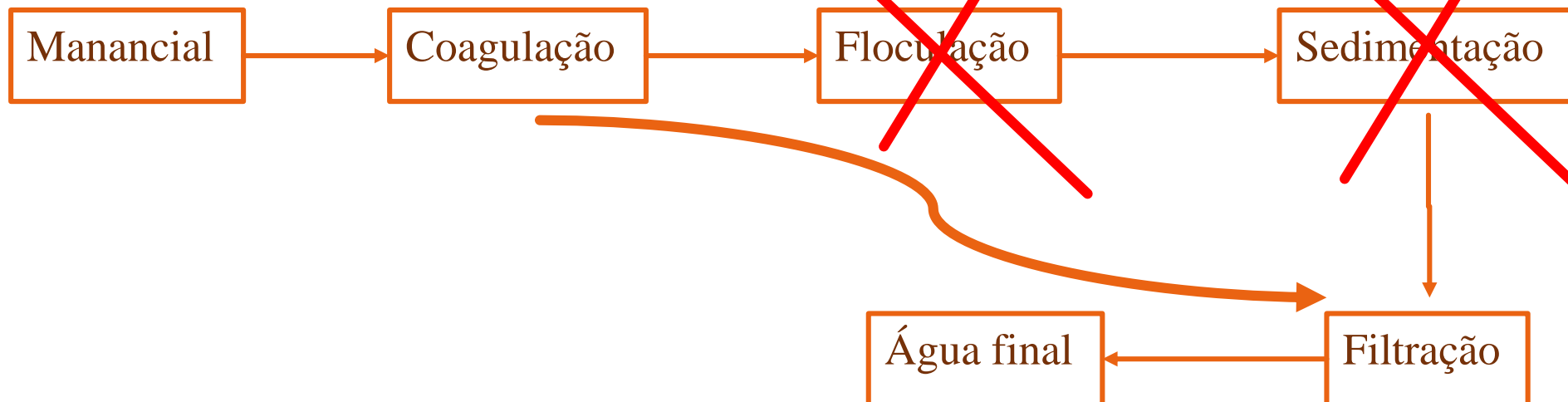
Filtração Direta



CLASSIFICAÇÃO DO PROCESSO DE FILTRAÇÃO

Com relação ao tratamento

Filtração em linha

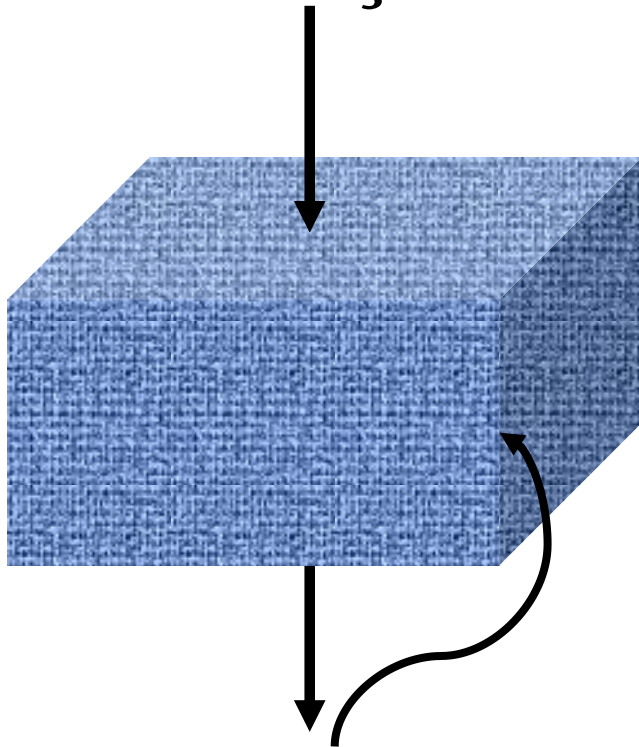


CONCEPÇÃO DA ETA EM FUNÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA

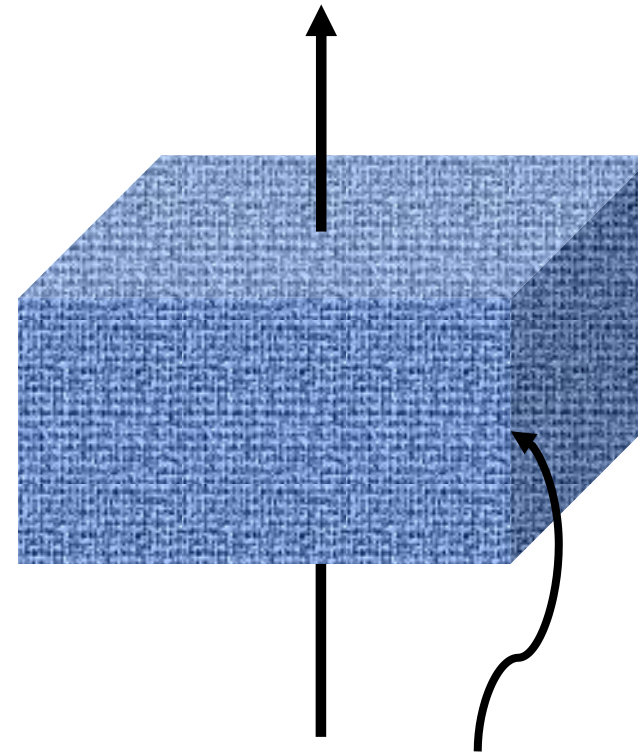
Características da água bruta	Filtração Direta	Filtração em linha
Turbidez (UNT)	50	25
Cor Real (U.C)	(Cor aparente <20)	(Cor aparente <15)
Densidade algal (UPA/ml)	1000	500

CLASSIFICAÇÃO DO PROCESSO DE FILTRAÇÃO

Com relação ao sentido de escoamento:



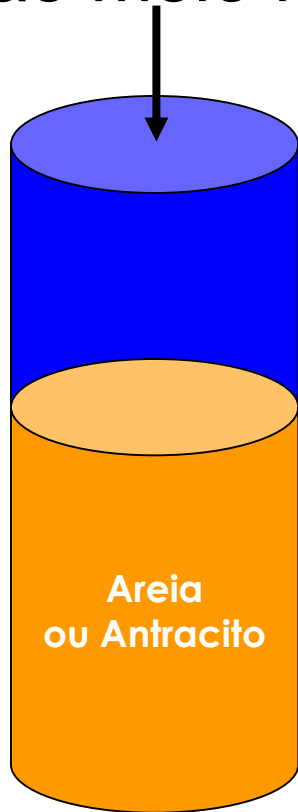
Filtração descendente



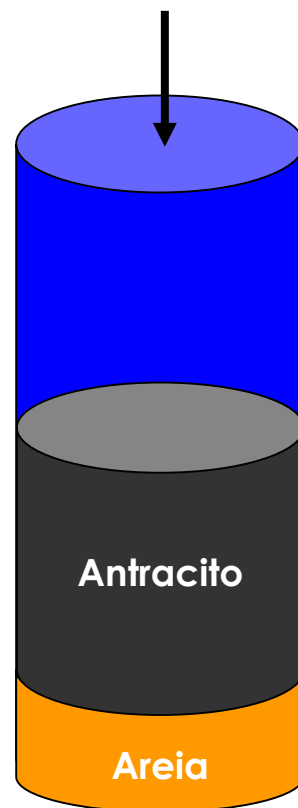
Filtração ascendente

CLASSIFICAÇÃO DO PROCESSO DE FILTRAÇÃO

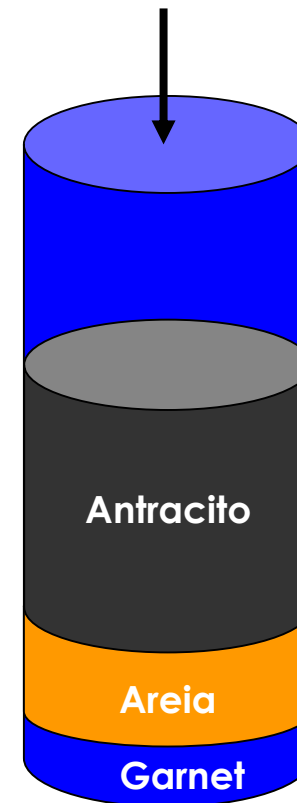
Com relação ao meio filtrante:



Camada simples

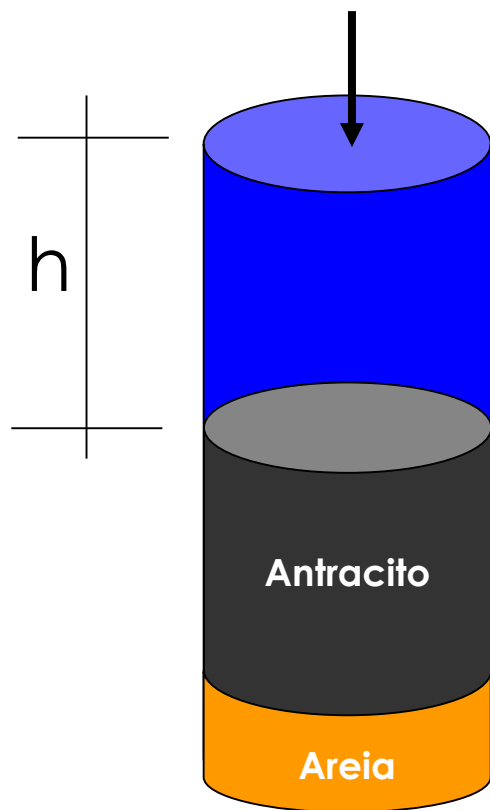


Dupla camada



Tripla camada

CLASSIFICAÇÃO DO PROCESSO DE FILTRAÇÃO



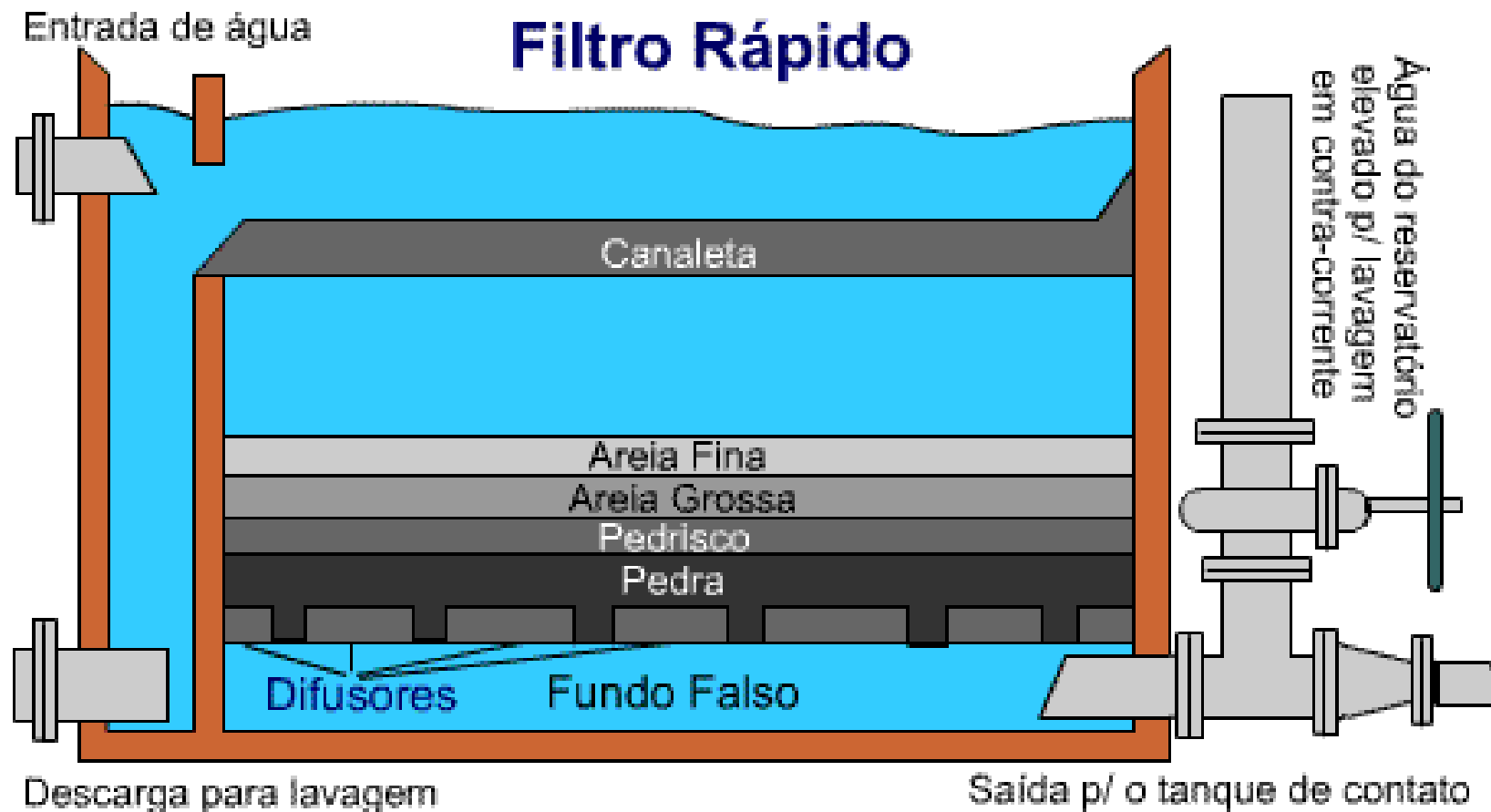
Taxa de filtração

$$q = \frac{Q}{A_{\text{filtração}}}$$

h = Altura do nível d'água acima do meio filtrante

- Taxa de filtração constante
Com variação de nível
Sem variação de nível
- Taxa declinante

FILTRO RÁPIDO POR GRAVIDADE





SISTEMA DE FILTRAÇÃO SABESP – ETA ABV



SISTEMA DE FILTRAÇÃO SABESP – ETA ABV



SISTEMA DE FILTRAÇÃO SABESP – ETA ABV

PARTES CONSTITUINTES DE UM SISTEMA DE FILTRAÇÃO

- Materiais filtrantes:
composição,
granulometria e
altura.



Composição material usado nos filtros

Areia

- ✓ As areias utilizadas em filtros de ETA's podem ser obtidas em rios ou lagos ou mesmo em praia de água salgada;
- ✓ A areia deverá ser limpa, sem barro ou matéria orgânica e não conter mais de 1% de partículas laminares ou micáceas;
- ✓ A massa específica da areia é da ordem de g/cm^3 .

Composição material usado nos filtros

Antracito

- ✓ O carvão antracitoso é um carvão fóssil, de alto teor de carbono que submetido a processo físico-químico possui excelentes propriedades para a sua utilização como meio filtrante;
- ✓ o antracito é um carvão mineral, de cor negra e aspecto brilhante;
- ✓ Sua massa específica é da ordem de 1,4 a 1,6 g/cm³, inferior a da areia.



Composição material usado nos filtros

Granada

- ✓ Alta densidade e dureza;
- ✓ É utilizado como a filtração mais fina de um sistema de filtração com uma cama multimeios com fluxo para baixo;
- ✓ A granada com seu alto peso específico de $4,0 \text{ g/cm}^3$, forma a capa mais baixa de grãos finos e seu tamanho efetivo de $0,3 \text{ mm}$ pode filtrar até uma faixa de 10-20 micras.



Partes Constituintes de um Sistema de Filtração

Granulometria e altura

Camada Suporte:

A camada suporte geralmente é constituída por cinco subcamadas, podendo ser inteiramente dispensada em certos casos, utilizando-se dos bocais distribuidores especiais ou fundo falsos do tipo poroso.



Partes Constituintes de um Sistema de Filtração

Fundo Falso

Coleta da água filtrada e introdução de água de lavagem.

A camada suporte assenta sobre uma placa provida de orifícios, denominada fundo falso, situada pouco acima do fundo verdadeiro.



Partes Constituintes de um Sistema de Filtração

Sistema de coleta de água de lavagem



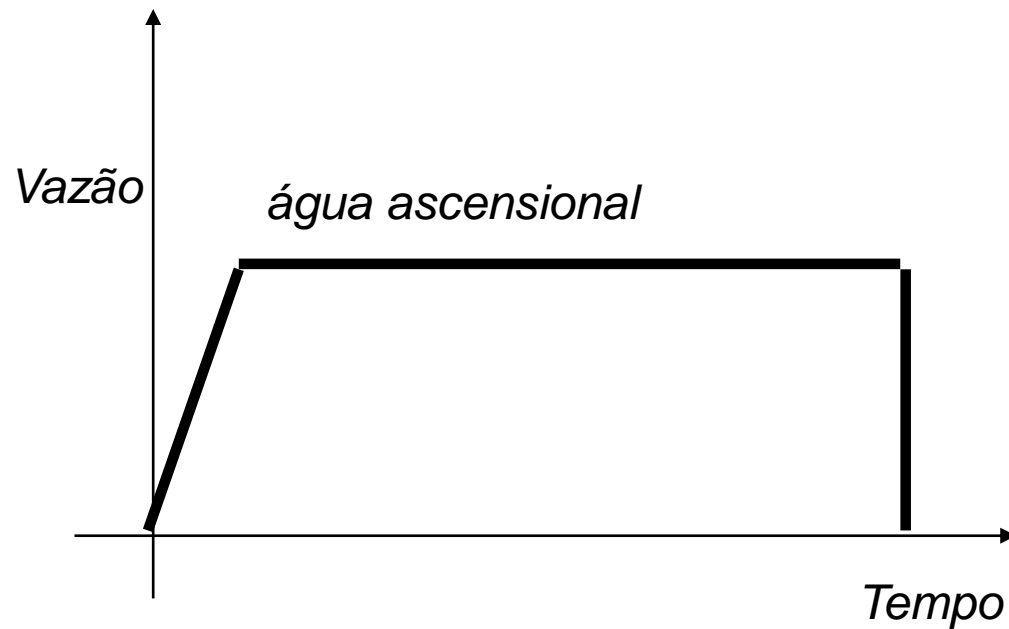
Partes Constituintes de um Sistema de Filtração

Tubulações, válvulas e comportas de entrada de água decantada, saída de água filtrada e introdução e coleta de água de lavagem



Lavagem dos meios filtrantes

Lavagem exclusivamente com água

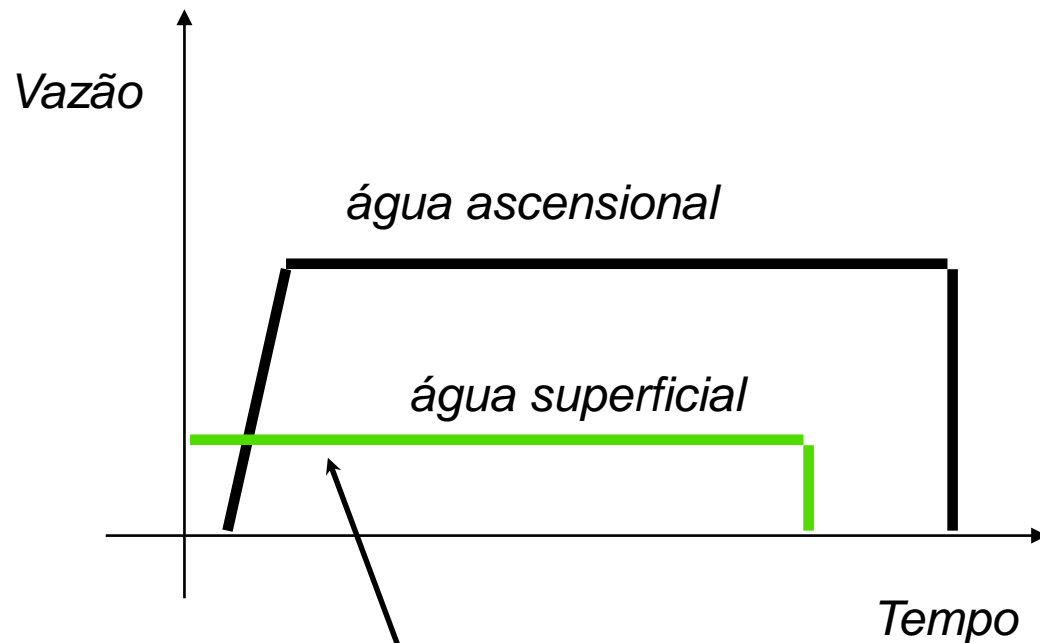


Tempo de lavagem: 8 a 15 minutos

Expansão do material filtrante: 20% a 30%

Lavagem dos meios filtrantes

Lavagem com água e sistema de lavagem superficial



1,5 l/s.m² a 3,0 l/s.m²

Tempo de lavagem com água em contracorrente: 8 a 15 minutos

Lavagem superficial somente: 1min a 2 min

Expansão do material filtrante: 20% a 30%

A photograph of a wastewater treatment tank. The image shows a grid of metal beams forming a structure over a body of water. The water surface is dark and has some ripples. The lighting is somewhat dim, and the overall tone is dark. A red rectangular shape is visible in the top right corner of the image.

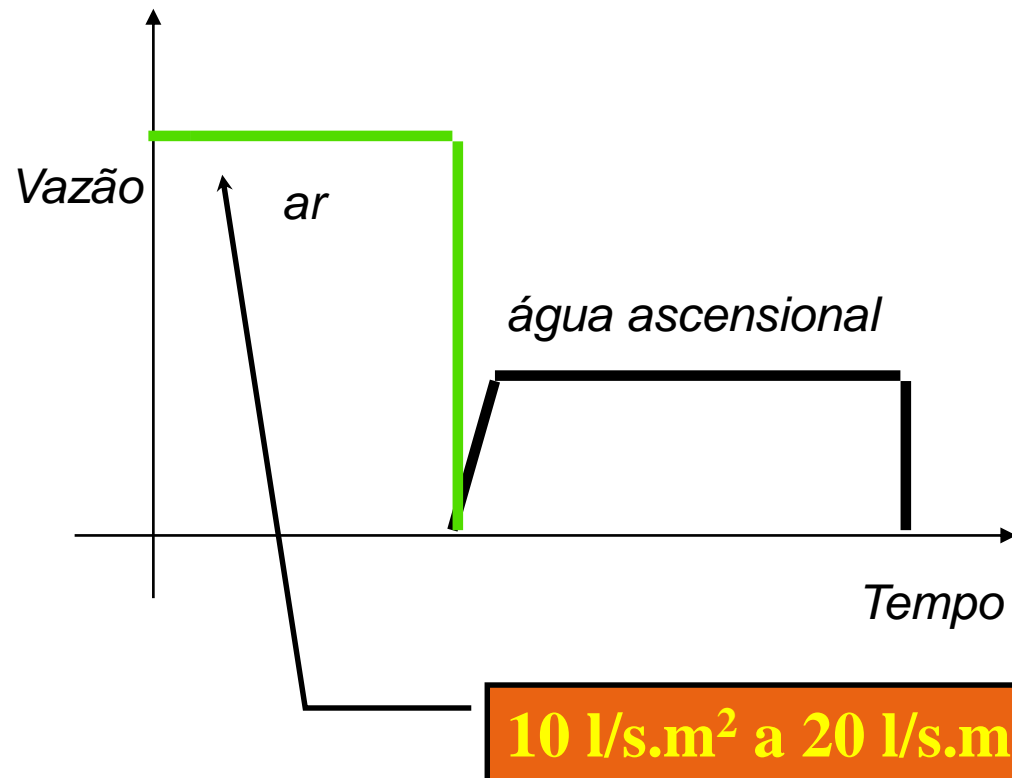
Sistema de Lavagem Superficial

A photograph of a wastewater treatment tank. The water surface is covered with a metal grid. A horizontal pipe runs across the middle of the frame. The text "Sistema de Lavagem Superficial" is overlaid on the image in white. A red vertical bar is in the top right corner.

Sistema de Lavagem Superficial

Lavagem dos meios filtrantes

Lavagem com ar unicamente seguido de água



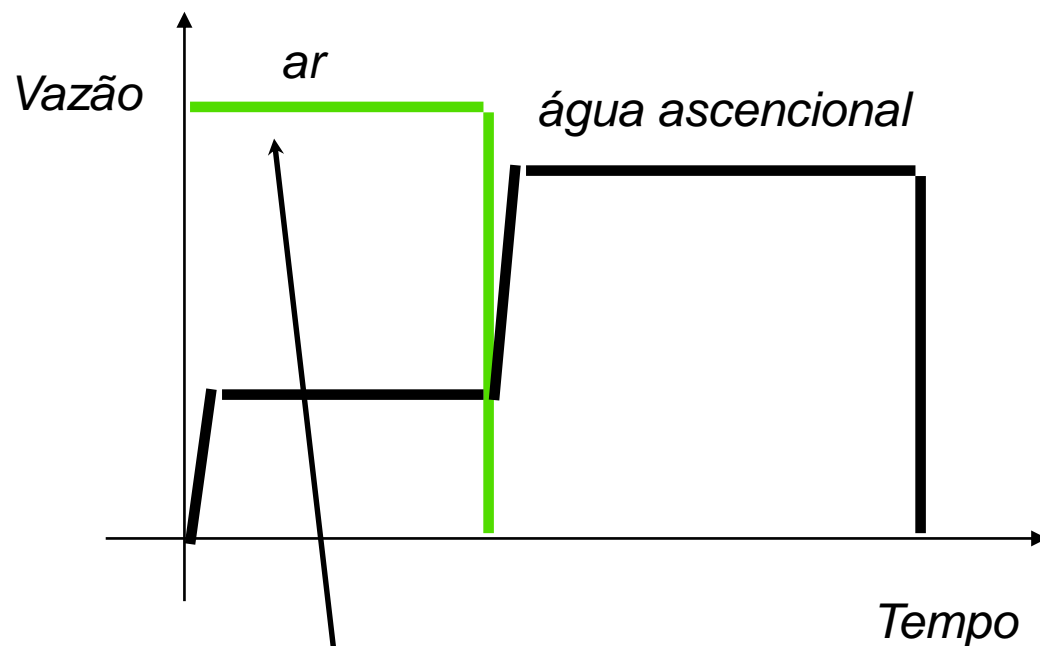
Tempo de lavagem com ar: 2 a 3 minutos

Tempo de lavagem com água em contracorrente: 8 a 15 minutos

Expansão do material filtrante: 20% a 30%

Lavagem dos meios filtrantes

Lavagem com ar e água simultaneamente



4 l/s.m² a 8 l/s.m²

Tempo de lavagem com ar e água simultaneamente: 2 a 4 minutos

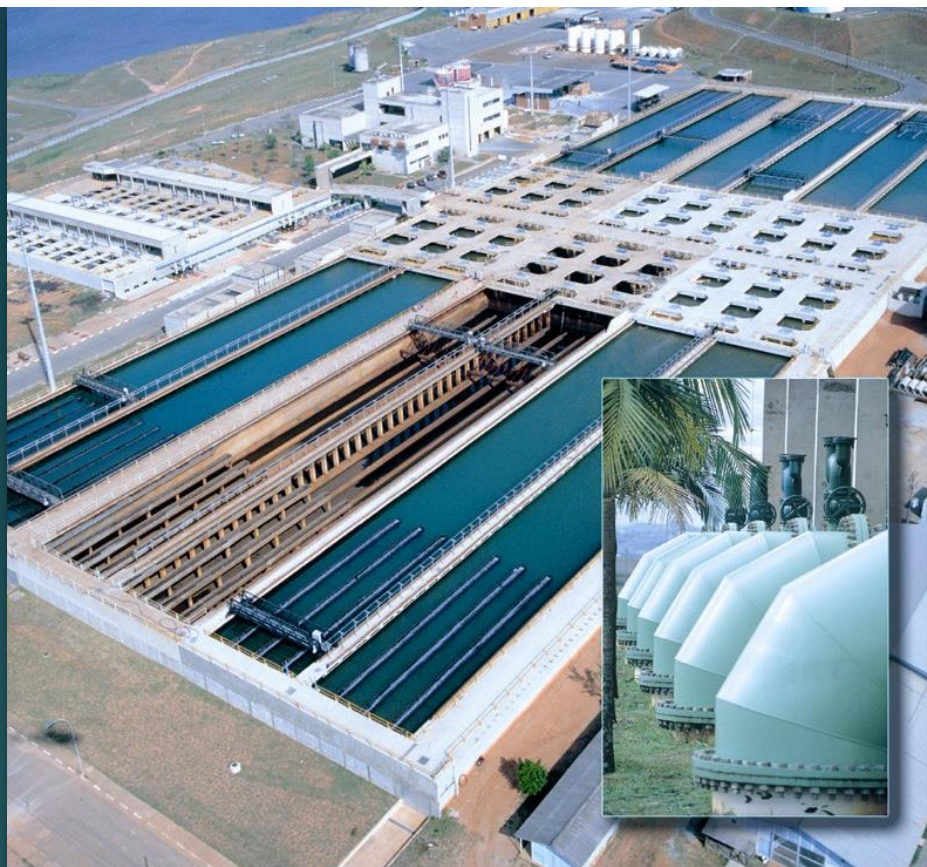
Tempo de lavagem com água em contracorrente: 8 a 15 minutos

Expansão do material filtrante: 20% a 30%

Desinfecção

Objetivo: Remoção de organismos patogênicos e a inativação de outros organismos indesejáveis.

- ▶ As etapas anteriores de clarificação (coagulação/floculação/decantação/filtração) também oferecem boa eficiência de remoção de organismos patogênicos.
- ▶ A água consumida pela população deve estar isenta de microrganismos patogênicos.



Desinfecção



Desinfecção

Agentes Desinfetantes

A desinfecção de águas destinadas ao consumo humano pode ser realizada, dependendo da ação ou mecanismo de destruição, por dois grupos principais de desinfetantes:



Agentes
Químicos



Agentes
físicos

Agentes Físicos

Aplicação direta de energia sob forma de luz ou calor:

- Radiação Solar
- Radiação UV
- Radiação Gama
- Fervura (Domicilar)

Agentes Químicos

Elementos ou compostos com potencial de oxidação:

- Íons metálicos (prata),
- Halogênos (cloro, bromo e iodo)
- Ozônio (O_3)

Características Principais de um Agente Desinfetante

- Atividade antimicrobiana
- Solubilidade
- Estabilidade
- Inocuidade para o homem e os animais
- Ausência de combinação com material orgânico estranho.
- Apresenta toxicidade para os microrganismos em temperatura ambiente
- Ausência de efeitos corrosivos e tintoriais
- Disponibilidade
- Baixo custo

Principais Agentes Desinfetantes Utilizados

- Cloro (cloro gasoso, Hipoclorito de Sódio e Hipoclorito de Cálcio)
- Cloraminas
- Dióxido de Cloro
- Ozônio
- Radiação Ultravioleta

Modo de Ação dos Agentes Desinfetantes

- Lesão da parede celular
- Alteração da permeabilidade celular
- Inibição da ação enzimática
- Alteração das moléculas de proteínas e de ácidos nucleicos

Eficácia do Processo de Desinfecção

Avaliação do Processo:

- Monitoramento da concentração de micro-organismos patogênicos
- Monitoramento da concentração de micro-organismos indicadores

Eficácia do Processo de Desinfecção

Avaliação do Processo:

- Monitoramento da concentração de micro-organismos indicadores

Características de um microrganismo indicador

- Estar presente na fase líquida quando da presença de microrganismos patogênicos.
- Estar presente apenas quando a presença de microrganismos patogênicos for um perigo iminente.
- Estarem em maior número do que os organismos patogênicos.
- Serem mais resistentes a ação dos agentes desinfetantes do que os microrganismos patogênicos.

Eficácia do Processo de Desinfecção

Avaliação do Processo:

- Monitoramento da concentração de micro-organismos indicadores

Características de um microrganismo indicador

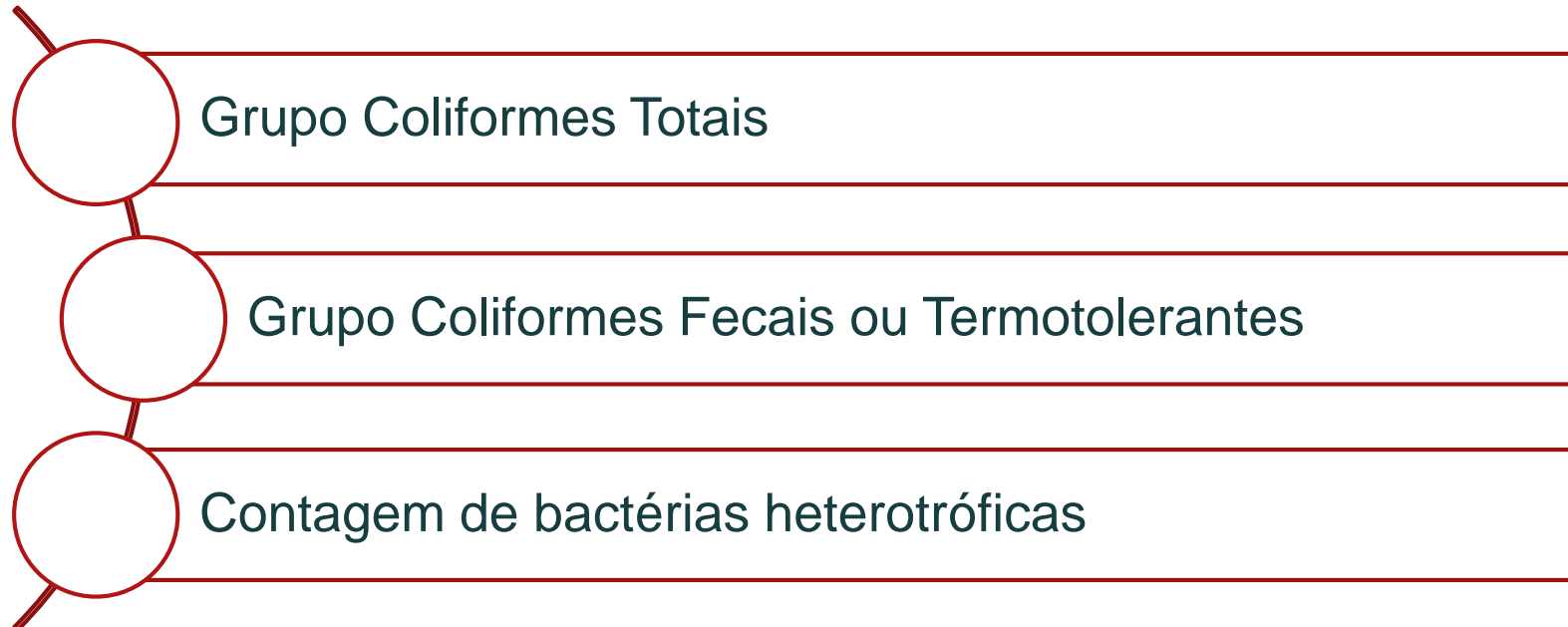
- Crescerem facilmente em um meio cultura relativamente simples.
- Estarem distribuídos randomicamente na amostra a ser examinada.
- Crescerem de forma independente em relação a outros microrganismos quando inoculados em meio de cultura artificial.

Eficácia do Processo de Desinfecção

Avaliação do Processo:

- Monitoramento da concentração de micro-organismos indicadores

Microrganismos indicadores em Engenharia



Padrão Microbiológico de Potabilidade da Água para Consumo Humano

Parâmetro	Valor Mais Provável
Água para consumo humano	
Coliformes termotolerantes	Ausência em 100 ml
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100 ml
Água tratada no sistema de distribuição (Reservatórios e Rede)	
Coliformes termotolerantes	Ausência em 100 ml
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100 ml em 95% das amostras examinadas no mês Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 ml

Aplicação do Cloro como Agente Oxidante e Desinfetante

- Oxidação de compostos inorgânicos em estado reduzido (Fe^{+2} , Mn^{+2} , Sulfetos)
- Desinfecção
- Remoção de cor real
- Controle de gosto e odor em águas de abastecimento

Aplicação do Cloro como Agente Oxidante e Desinfetante

- Oxidação de compostos orgânicos sintéticos
- Minimização da formação de subprodutos da desinfecção
- Auxiliar do processo de coagulação e floculação
- Controle microbiológico das unidades componentes das ETA's

Aplicação do Cloro no Tratamento de Águas de Abastecimento

- Cloro gasoso (Líquido - Gás)
- Hipoclorito de sódio (Solução líquida)
- Hipoclorito de cálcio (Sólido)



Aplicação do Cloro em ETA's – Hipoclorito de Sódio

Aplicação do Cloro em ETA's – Cloro Gasoso

Cilindros de 45 kg
(Retirada de gás)

Cilindros de 90 kg
(Retirada de gás)

Cilindros de 900 kg
(Gás ou Líquido)

Carretas de 18
toneladas (Líquido)

Carretas de 20
toneladas (Líquido)

Tanque estacionário
de 50 toneladas



Aplicação
do Cloro
em ETA's –
Cilindros
de 90kg



Aplicação
do Cloro em
ETA's –
Cilindros de
900kg



Aplicação do
Cloro em ETA's –
Caminhão
Tanque de 18 ton



Aplicação do
Cloro em ETA's
– Tanques
Estacionários de
50 ton



Unidades de Desinfecção



Unidades de Desinfecção

- ▶ Processo que garante uma concentração mínima e máxima de íon fluoreto em águas de abastecimento a fim de que seja possível a manutenção da saúde dental da população.

Benefícios:

Para cada \$1,0 gasto em processos de fluoretação, são economizados potencialmente \$80,0 em custos odontológicos (AWWA, 1999).

Concentrações Recomendáveis de Fluoreto em Águas de Abastecimento

TEMPERATURA MÉDIA ANUAL DAS MÁXIMAS DIÁRIAS (°C)	LIMITES RECOMENDADOS DE FLUORETO (mg/l)		
	INFERIOR	ÓTIMO	SUPERIOR
10 - 12,1	0,9	1,2	1,7
12,2 - 14,6	0,8	1,1	1,5
14,7 - 17,7	0,8	1,0	1,3
17,8 - 21,4	0,7	0,9	1,2
21,5 - 26,3	0,7	0,8	1,0
26,4 - 32,5	0,6	0,7	0,8

Aplicação de Fluoreto em Águas de Abastecimento

Fluoreto de Sódio (NaF)

Fluoreto de Cálcio (CaF_2)

Fluossilicato de Sódio (Na_2SiF_6)

Ácido Fluossilícico (H_2SiF_6)



Aplicação de Fluoreto em Águas de Abastecimento

Referências

PIVELI, R.P.; FERREIRA FILHO, S.S. **Apresentações da disciplina de Saneamento I**. São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Acesso em: 06/05/2016.

SCHIAVO, M.L. **Sistemas e processos de tratamento de águas de abastecimento**. Orgs. Luis Alcides Schiavo Miranda e Luis Olinto Monteggia. - Porto Alegre: (S. n.), 2007. 148p.

FLORENÇANO, J.C. **Sistemas de Tratamento e Distribuição de Água**. Material Didático, 2011.



Obrigada!

carolinevoser@hotmail.com