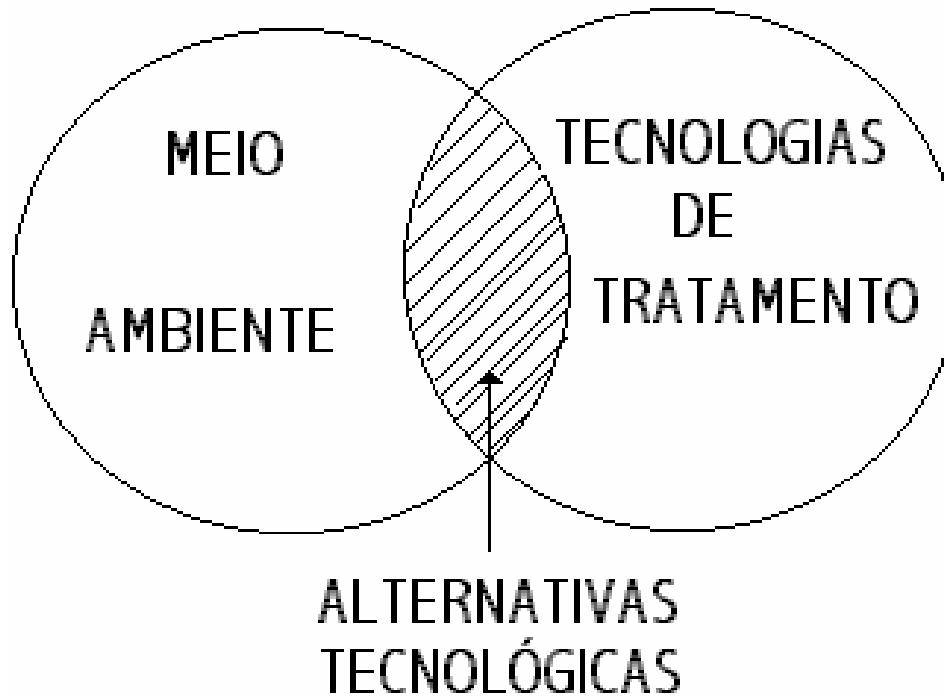


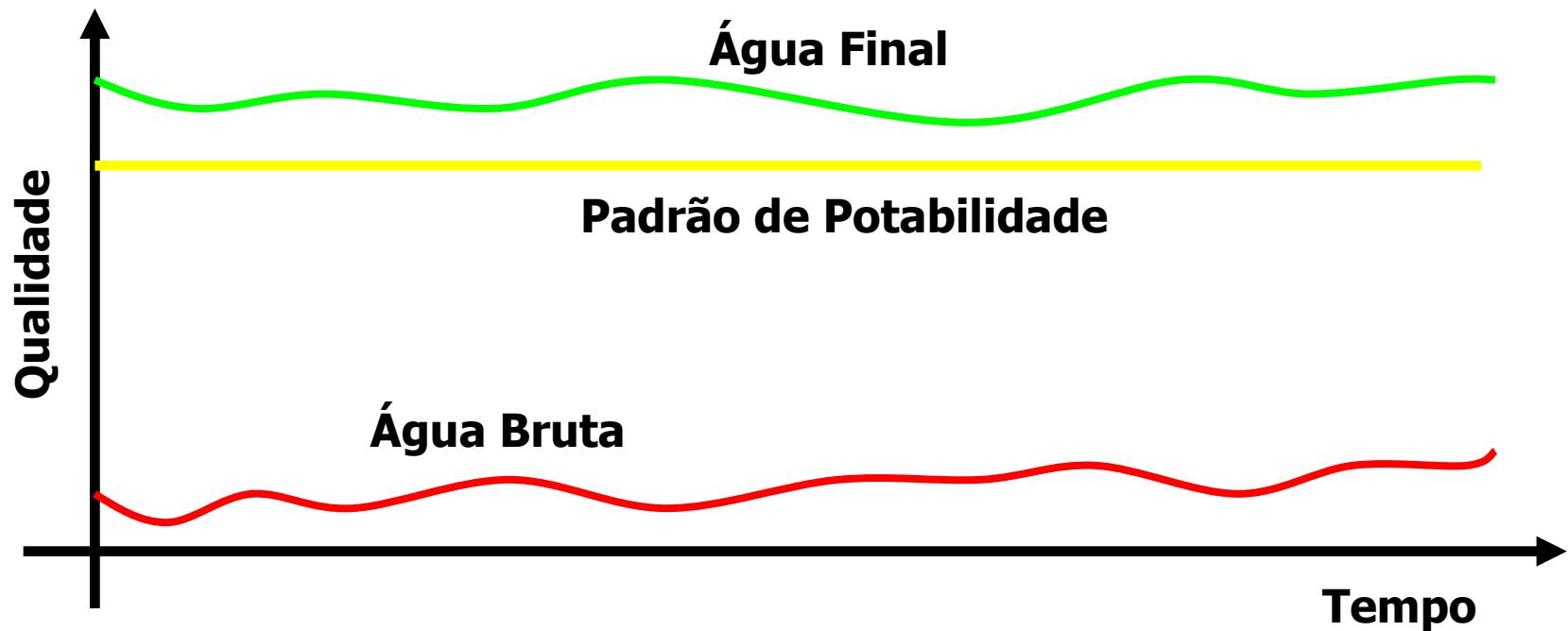
# *Principais Tecnologias Aplicadas ao Tratamento Descentralizado de Água de Abastecimento*



**Prof. Rodrigo de Freitas Bueno**  
**E-mail: [rodrigo.bueno@ufabc.edu.br](mailto:rodrigo.bueno@ufabc.edu.br)**

# CONCEPÇÃO HISTÓRICA DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA

- COMPORTAMENTO DE ETA's EM RELAÇÃO A QUALIDADE DA ÁGUA



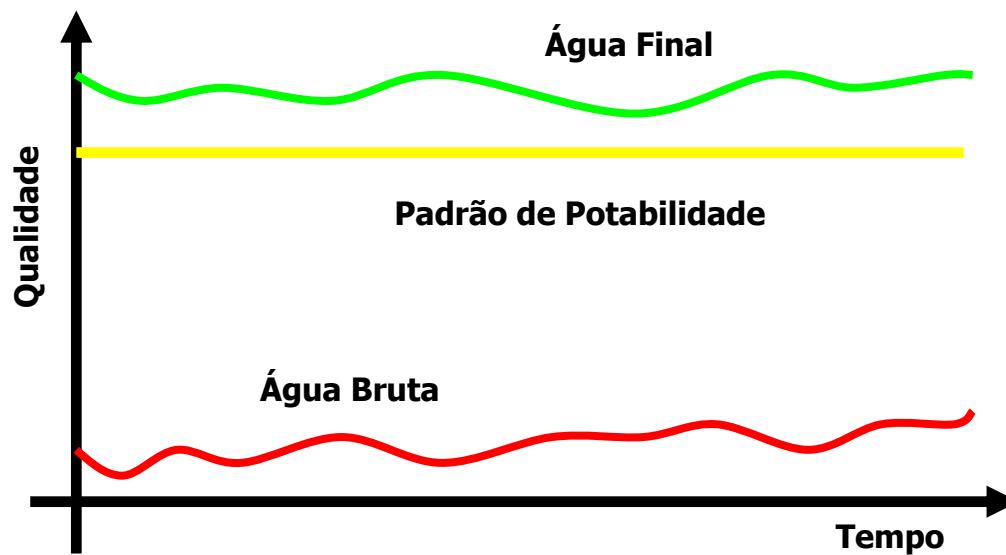
# CONCEPÇÃO HISTÓRICA DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA

- **QUALIDADE DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO**
- 4.000 A.C: Documentos em sânscrito e grego recomendavam que águas impuras deveriam ser purificadas por fervura ou serem expostas ao sol ou purificadas por filtração em leitos de areia.



# CONCEPÇÃO HISTÓRICA DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA

- **QUALIDADE DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO**
- 500 A.C: Hipócrates, considerado o pai da medicina, recomendava a fervura e filtração da água de chuva antes do seu uso para abastecimento público.



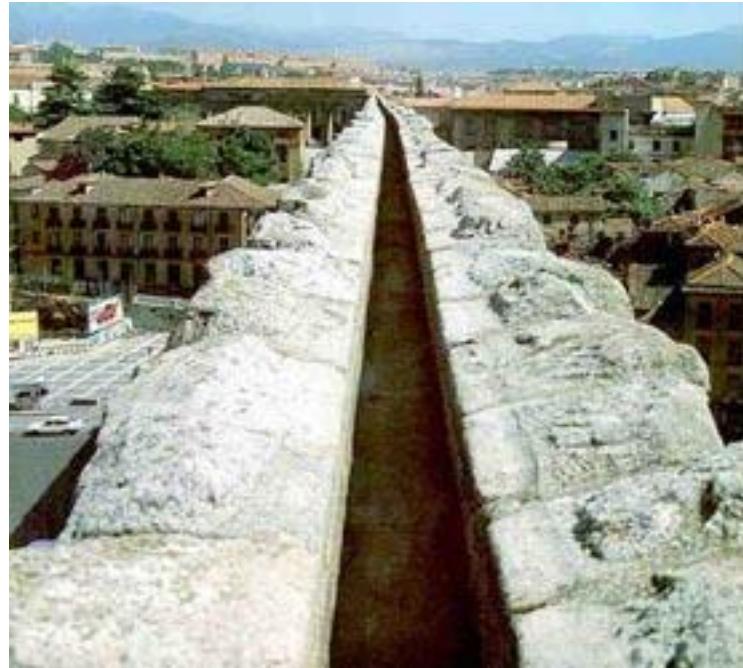
# CONCEPÇÃO HISTÓRICA DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA

- QUALIDADE DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO



- 300 A.C a 300 D.C:  
Engenheiros romanos criaram os primeiros sistemas públicos para abastecimento de água e os grandes aquedutos.

# CONCEPÇÃO HISTÓRICA DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA



# CONCEPÇÃO HISTÓRICA DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA

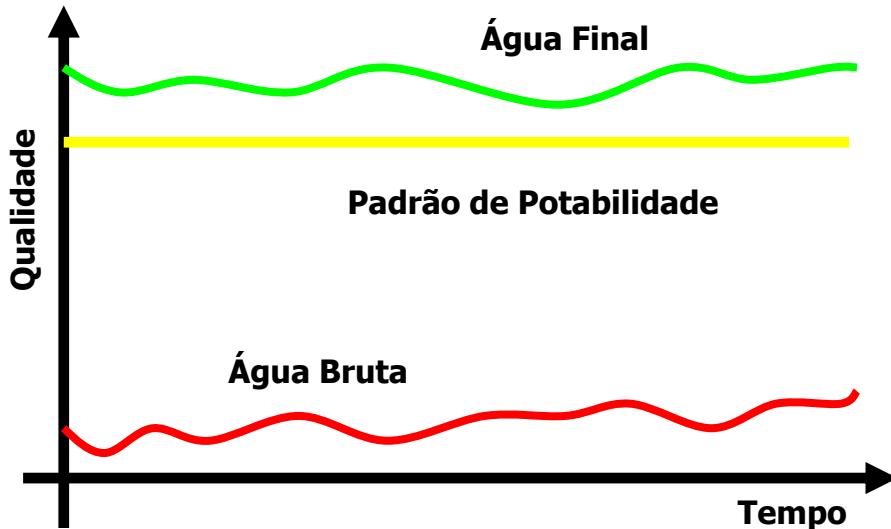
- **COMPORTAMENTO DE ETA's EM RELAÇÃO A QUALIDADE DA ÁGUA**



- 1804 – Construção e operação dos primeiros filtros lentos em areia para tratamento de água para abastecimento público em Paisley (Escócia)
- 1807 – A cidade de Glasgow (Escócia) foi uma das primeiras a distribuir água tratada por meio de tubulações

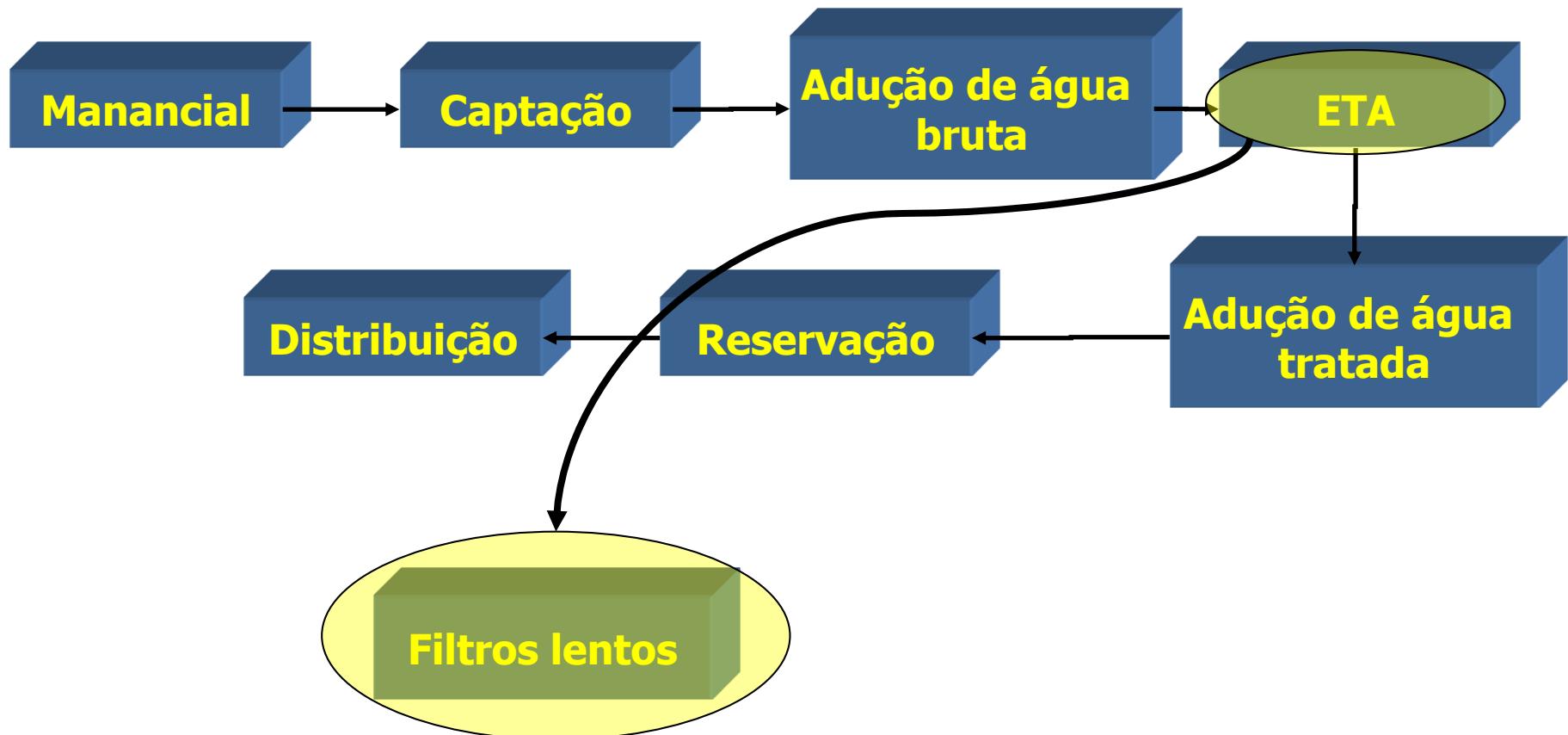
# CONCEPÇÃO HISTÓRICA DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA

- COMPORTAMENTO DE ETA's EM RELAÇÃO A QUALIDADE DA ÁGUA

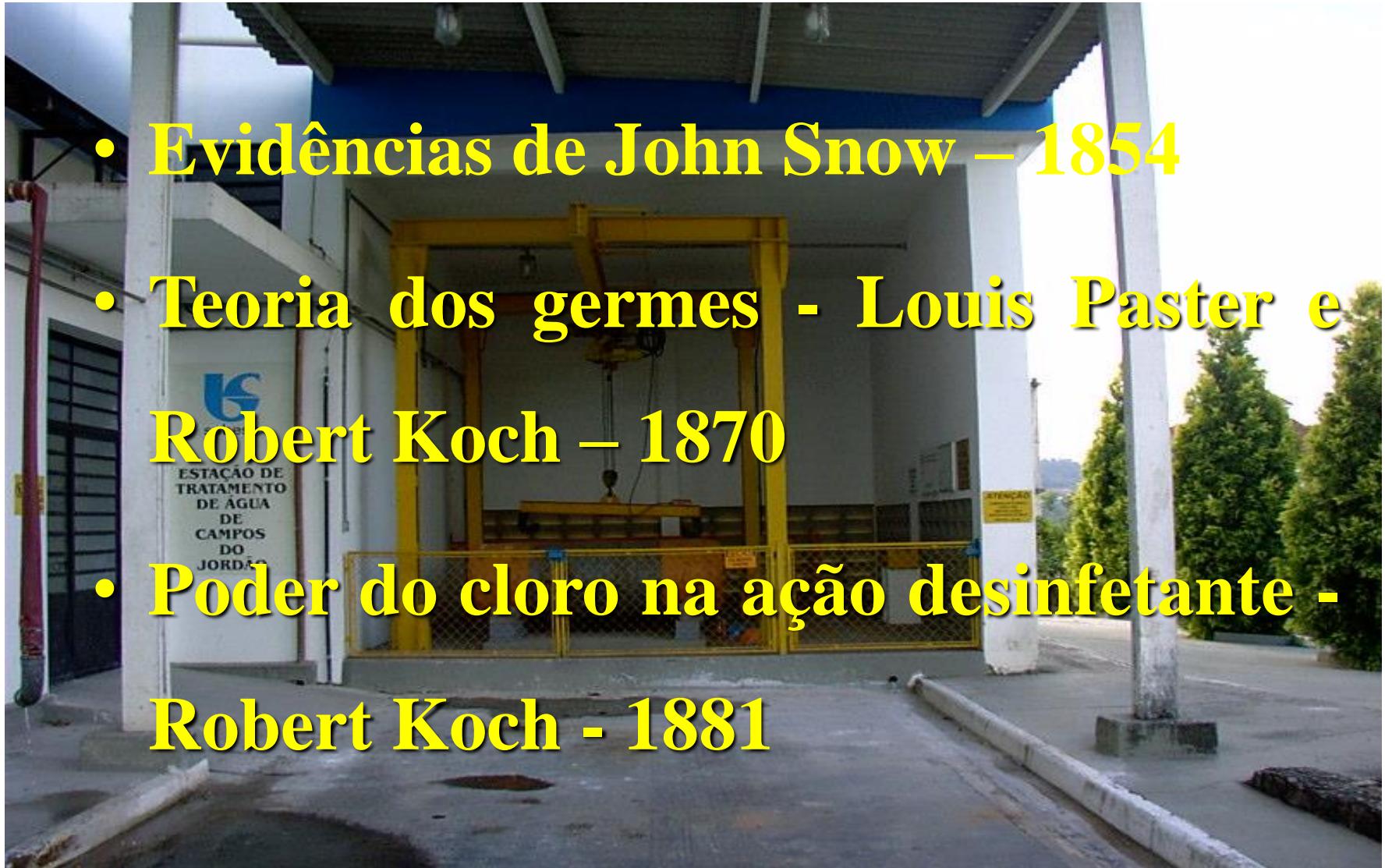


- 1829 – Construção e operação de filtros lentos em areia para tratamento de água na cidade de Londres
- Parâmetros de qualidade da água estéticos considerados: Turbidez, cor aparente e real, etc...

# CONCEPÇÃO HISTÓRICA DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA



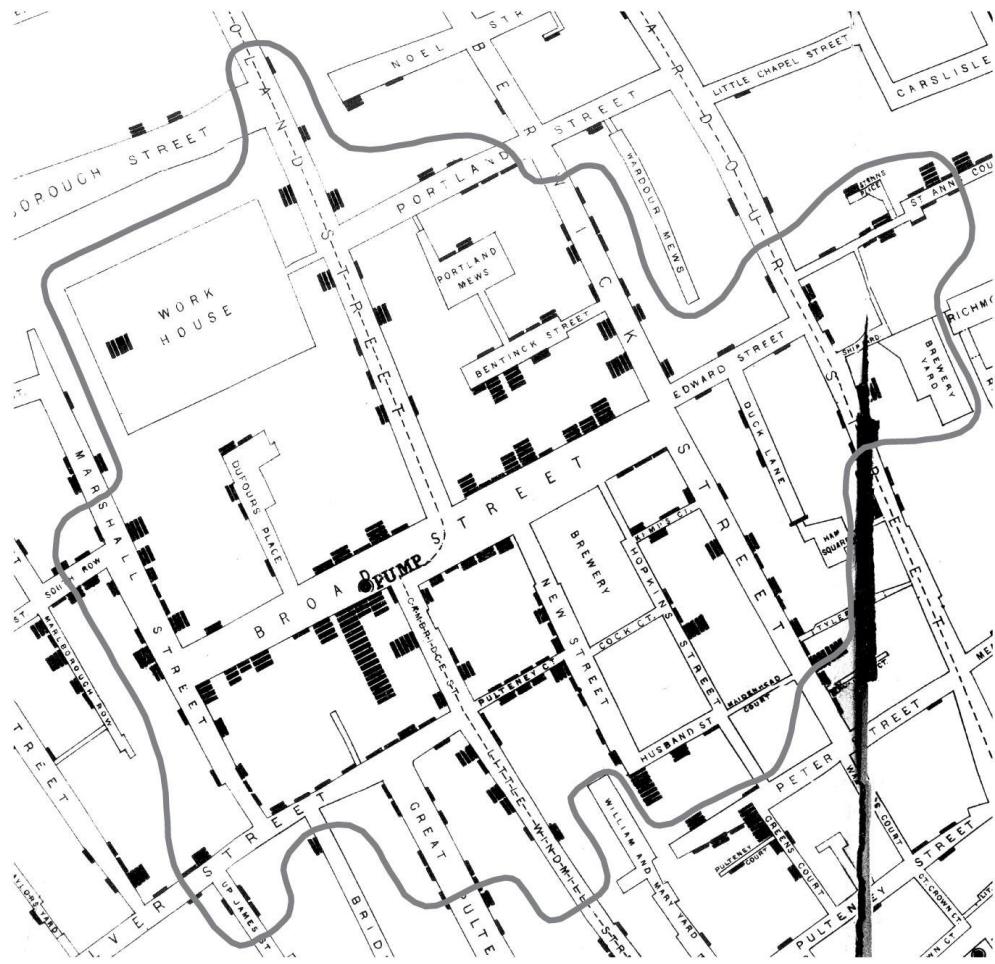
- Evidências de John Snow – 1854
- Teoria dos germes - Louis Pasteur e  
**Robert Koch – 1870**
- Poder do cloro na ação desinfetante -  
**Robert Koch - 1881**



# CONCEPÇÃO HISTÓRICA DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA

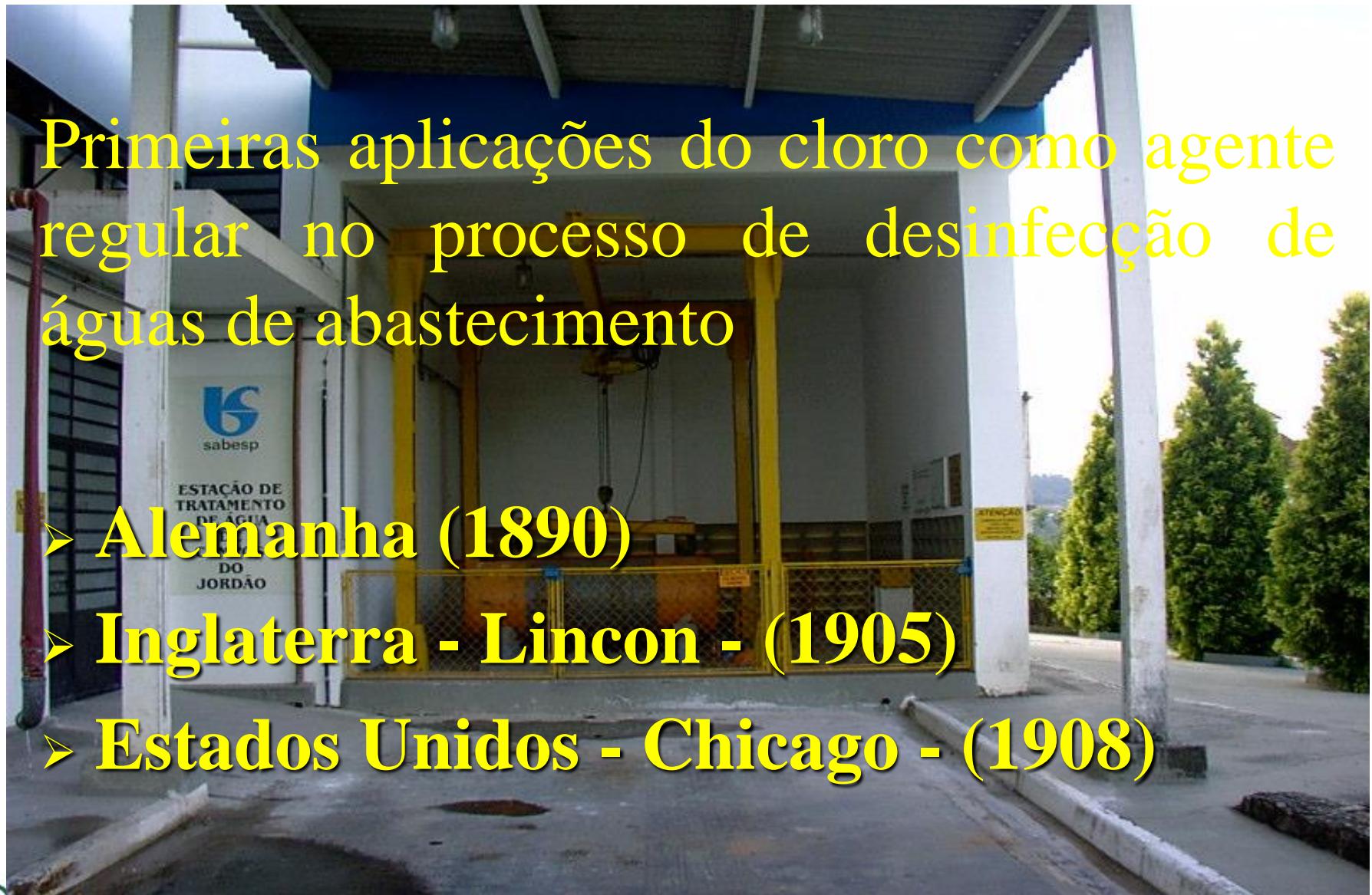


# CONCEPÇÃO HISTÓRICA DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA

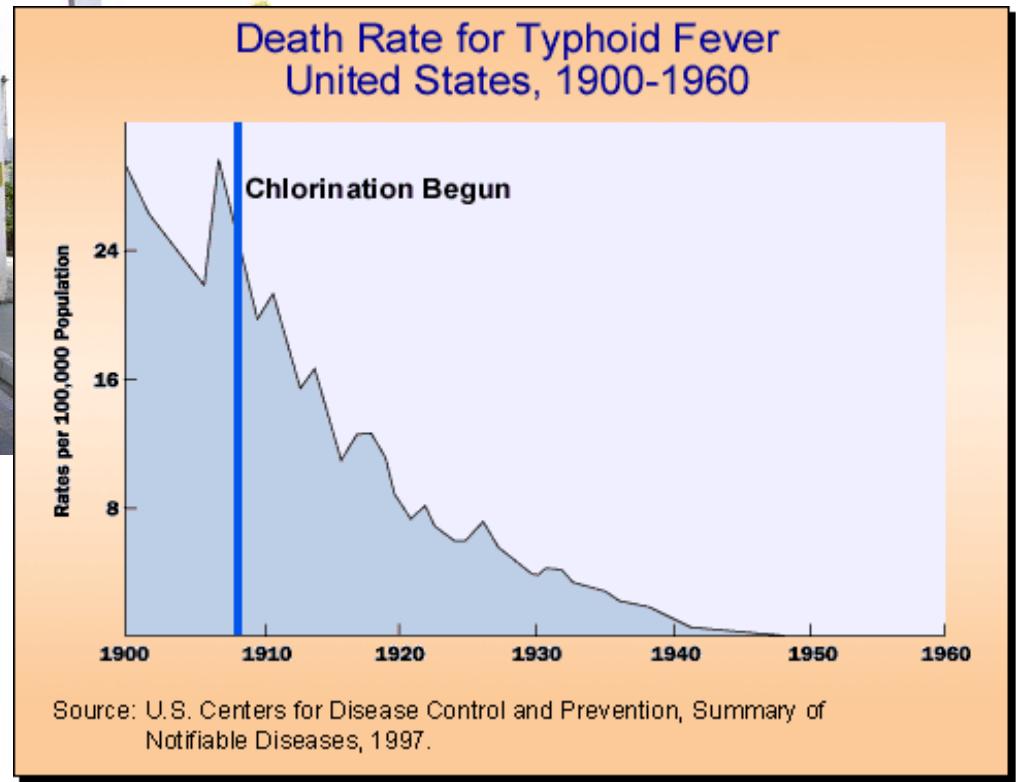


Primeiras aplicações do cloro como agente regular no processo de desinfecção de águas de abastecimento

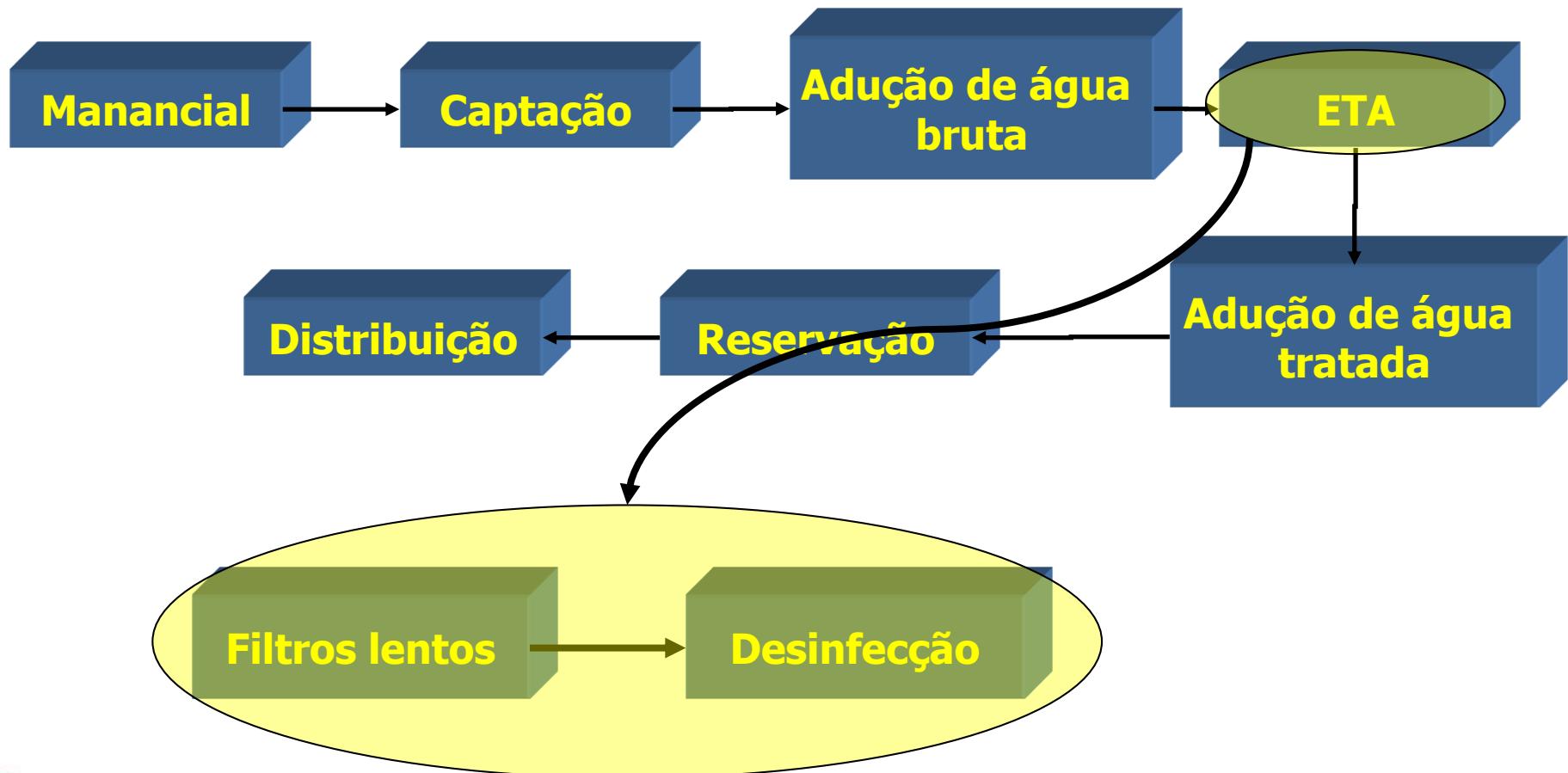
- Alemanha (1890)
- Inglaterra - Lincon - (1905)
- Estados Unidos - Chicago - (1908)



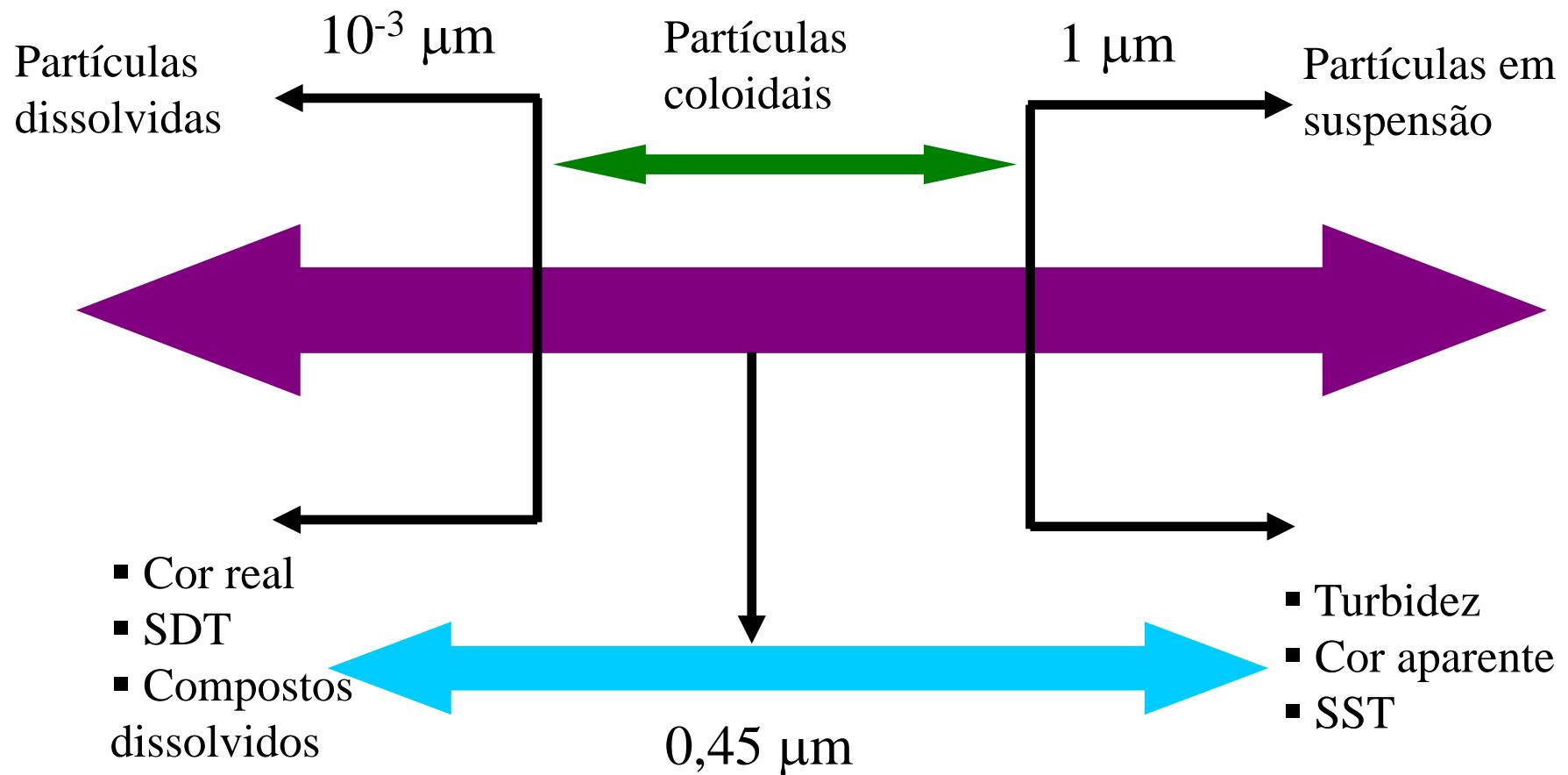
# CONCEPÇÃO HISTÓRICA DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA



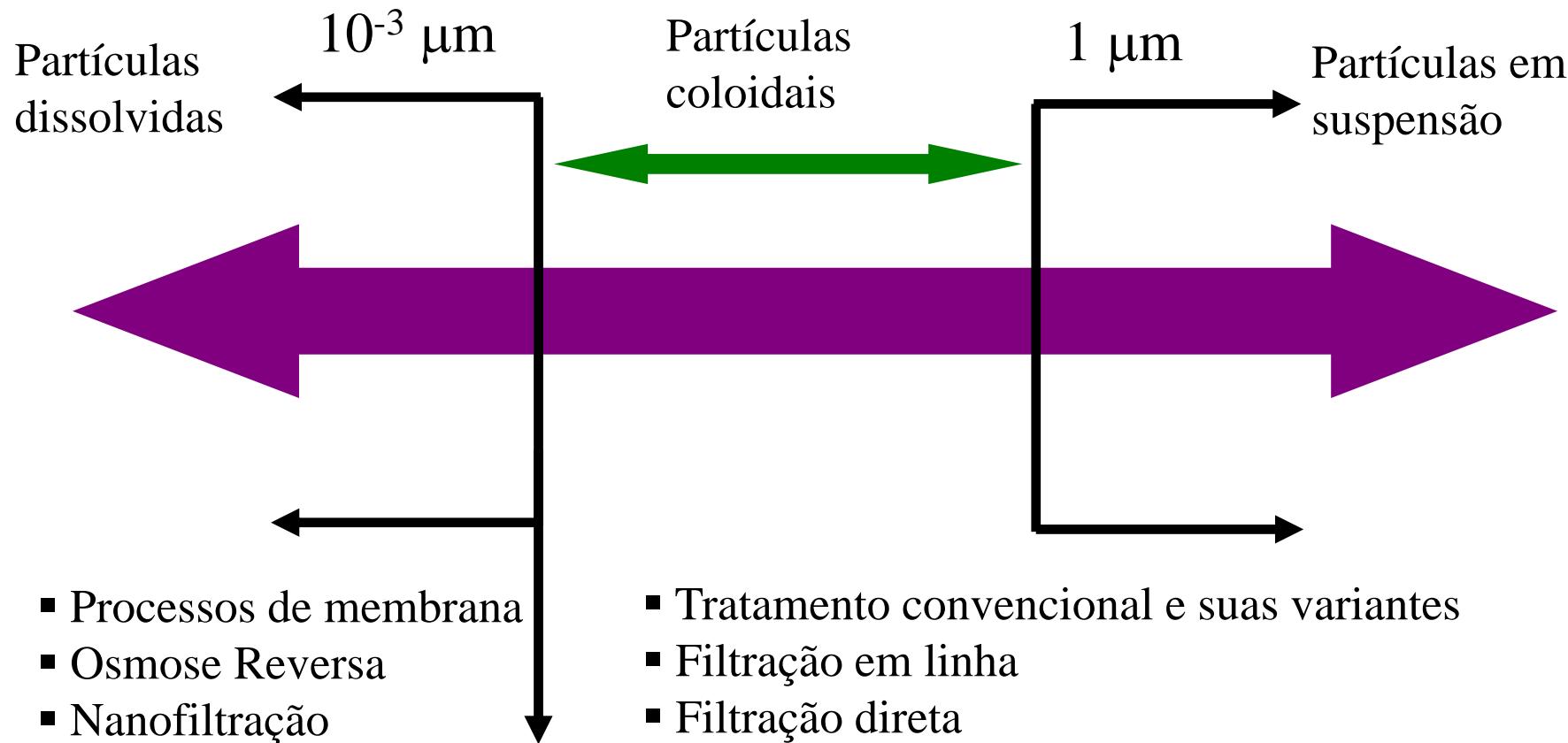
# CONCEPÇÃO HISTÓRICA DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA



# DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHO DE PARTÍCULAS EM ÁGUAS NATURAIS



# DISTRIBUIÇÃO DE TAMANHO DE PARTÍCULAS EM ÁGUAS NATURAIS



# CONCEPÇÃO HISTÓRICA DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA



# CONCEPÇÃO HISTÓRICA DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA



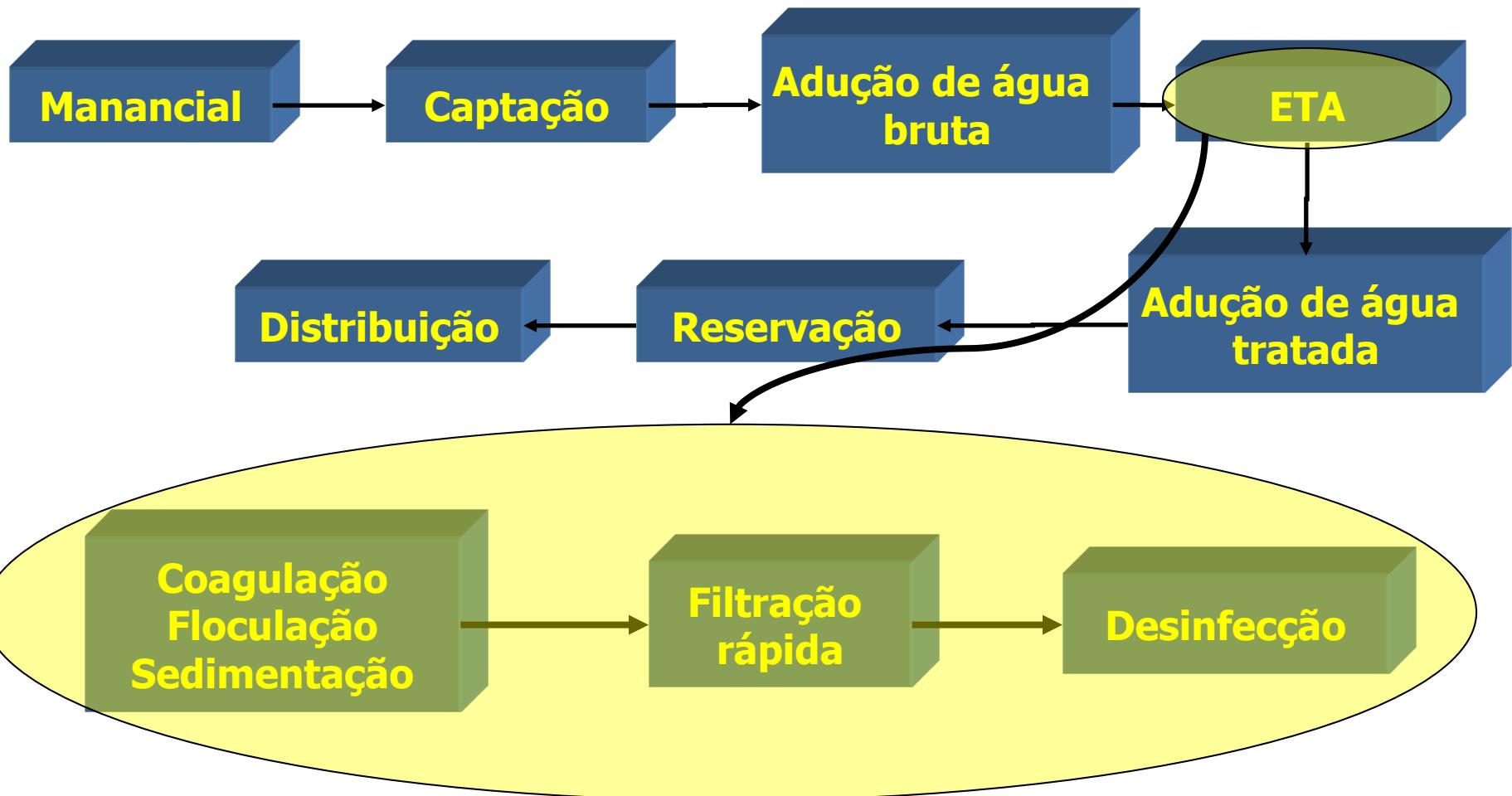
# CONCEPÇÃO HISTÓRICA DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA



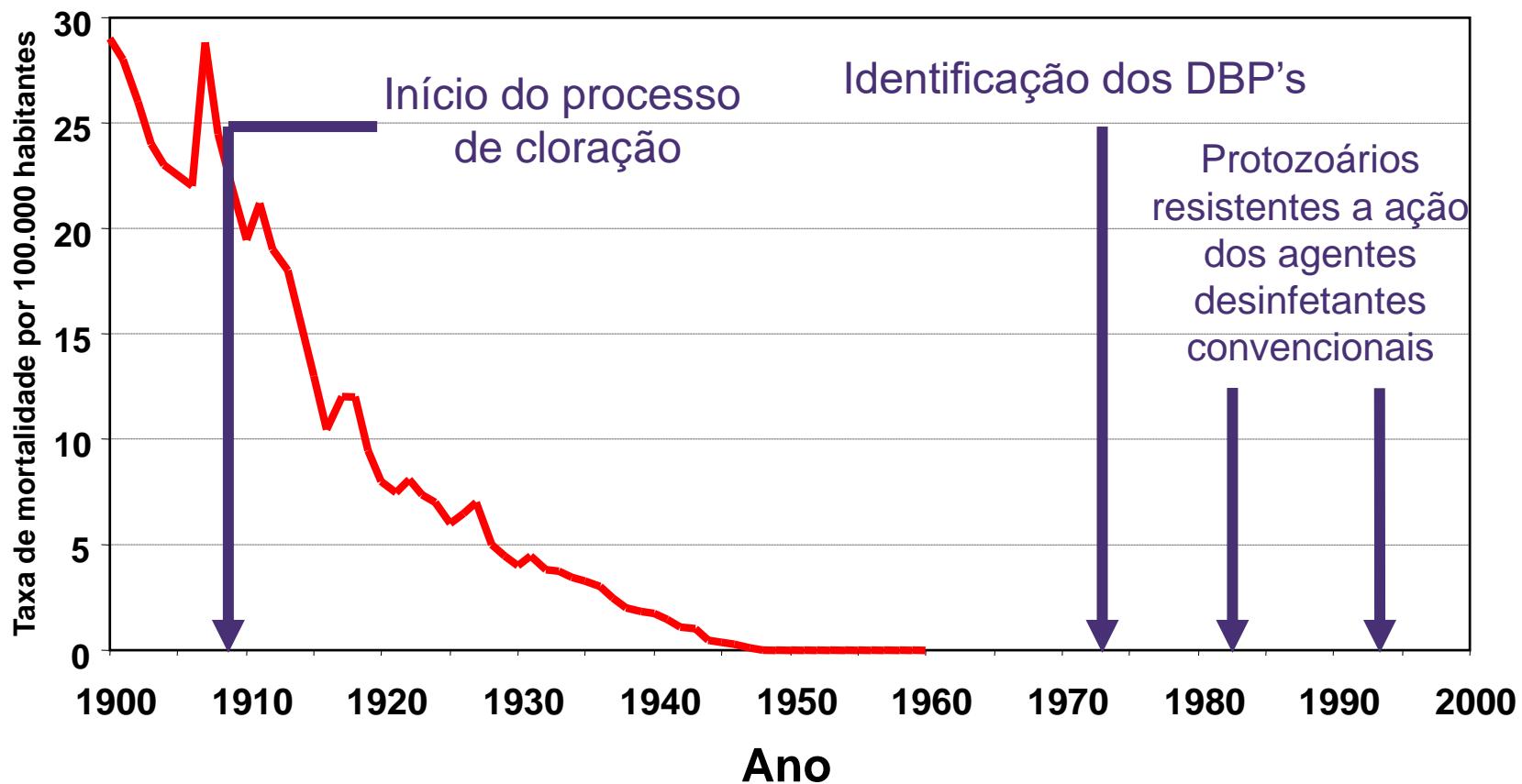
# *Tecnologias Simplificadas ao Tratamento de Água*

- O projeto de estações de água, para ser adequado às características da água bruta, deve se basear em dados obtidos a partir de estudos de laboratório, utilizando-se instalações constituídas de reatores estáticos ou, preferivelmente, instalações piloto de escoamento contínuo.
- Mesmo que dados sobre a qualidade da água bruta sejam conhecidos, o projetista pode incorrer em erros graves quando seleciona a tecnologia de tratamento ou quando adota parâmetros de projeto a partir da literatura ou da sua própria vivência.
- As tecnologias de tratamento de água podem ser enquadradas em dois grupos, sem coagulação química e com coagulação química. **Dependendo da qualidade da água bruta**, ambos os grupos podem ou não ser precedidos de pré-tratamento

# CONCEPÇÃO HISTÓRICA DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA



# CONCEPÇÃO HISTÓRICA DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA



**Taxa de mortalidade de febre tifóide nos Estados Unidos da América**  
Fonte: Jacangelo, M. (2001)

# PADRÕES DE POTABILIDADE



**Ministério da Saúde**  
Gabinete do Ministro

**PORTRARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011**

*Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.*

## CAPÍTULO I DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 2º Esta Portaria se aplica à água destinada ao consumo humano proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água.

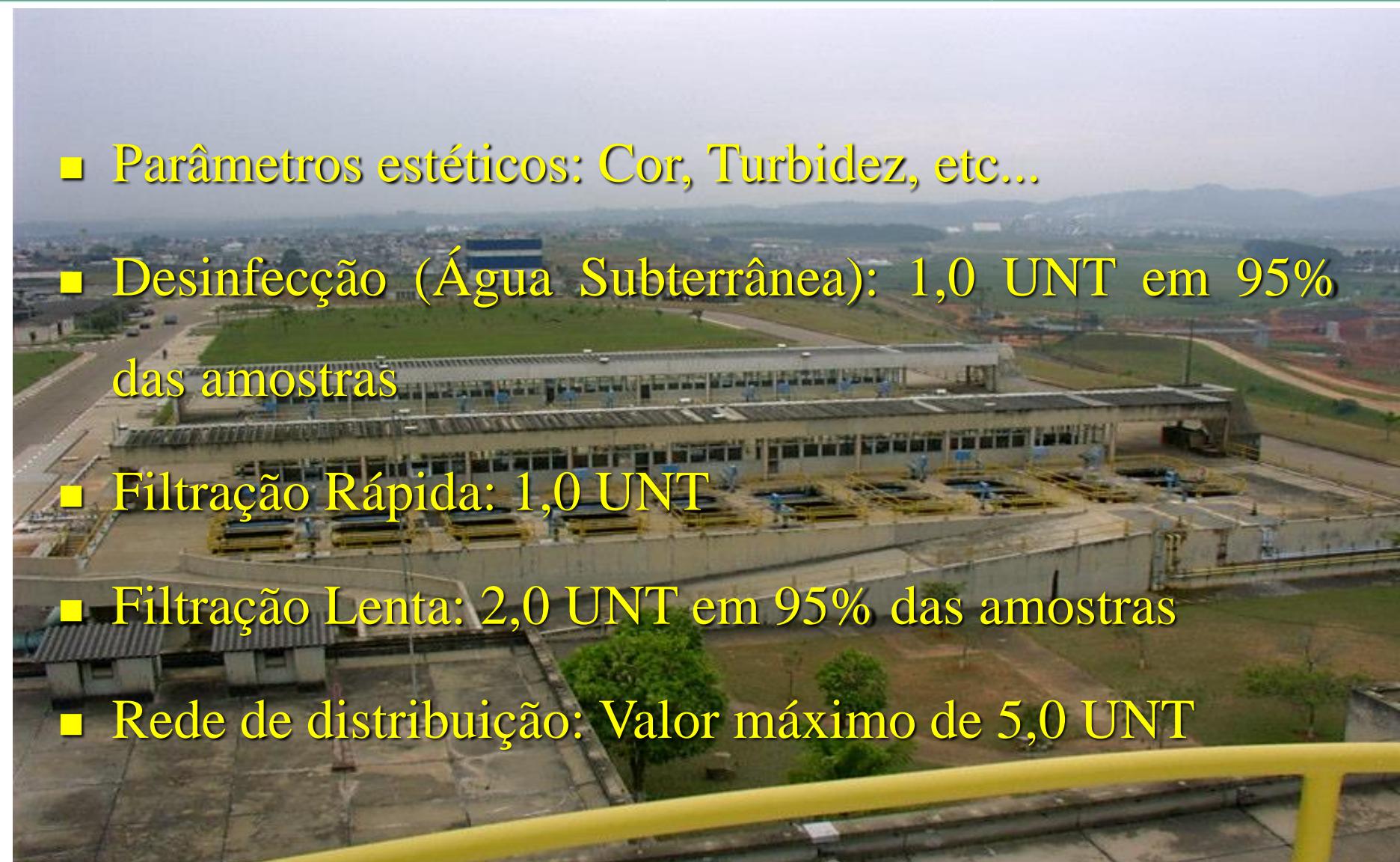
Parágrafo único. As disposições desta Portaria não se aplicam à água mineral natural, à água natural e às águas adicionadas de sais, destinadas ao consumo humano após o envasamento, e a outras águas utilizadas como matéria-prima para elaboração de produtos, conforme Resolução (RDC) nº 274, de 22 de setembro de 2005, da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Art. 3º Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água.

Art. 4º Toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água.

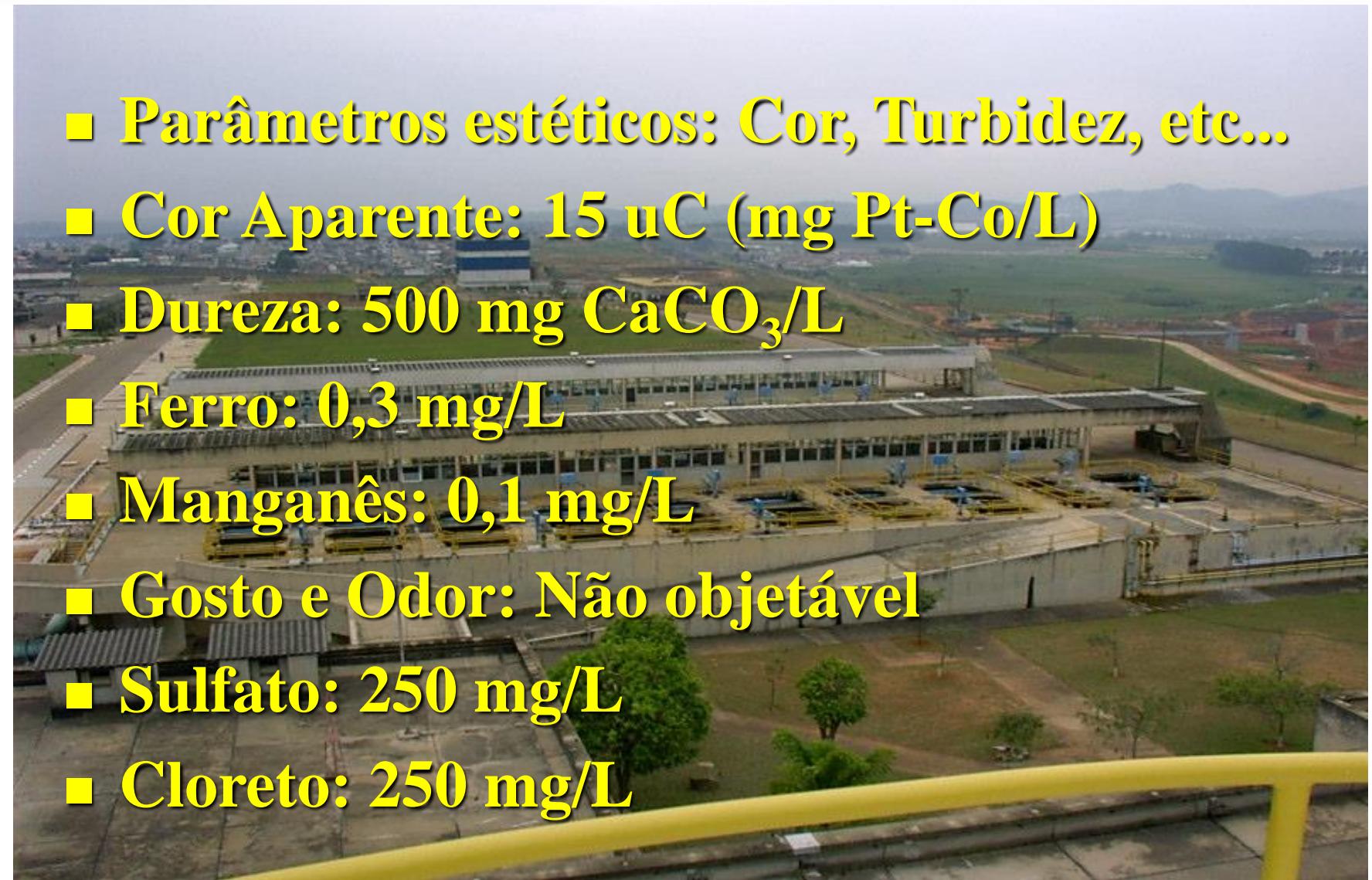
# PADRÕES DE POTABILIDADE PORTARIA 518 (MS-25/03/2004)

- Parâmetros estéticos: Cor, Turbidez, etc...
- Desinfecção (Água Subterrânea): 1,0 UNT em 95% das amostras
- Filtração Rápida: 1,0 UNT
- Filtração Lenta: 2,0 UNT em 95% das amostras
- Rede de distribuição: Valor máximo de 5,0 UNT



# PADRÕES DE POTABILIDADE PORTARIA 518 (MS-25/03/2004)

- Parâmetros estéticos: Cor, Turbidez, etc...
- Cor Aparente: 15 uC (mg Pt-Co/L)
- Dureza: 500 mg CaCO<sub>3</sub>/L
- Ferro: 0,3 mg/L
- Manganês: 0,1 mg/L
- Gosto e Odor: Não objetável
- Sulfato: 250 mg/L
- Cloreto: 250 mg/L



# PADRÕES DE POTABILIDADE PORTARIA 518 (MS-25/03/2004)



# PADRÕES DE POTABILIDADE PORTARIA 518 (MS-25/03/2004)

- Parâmetros Microbiológicos: Coliformes Totais e Bactérias Heterotróficas
- Saída do tratamento: Ausência em 100 ml
- Água tratada no sistema de distribuição: Ausência em 100 ml para 95% das amostras analisadas em um mês
- Água tratada: Valor inferior a 500 UFC/ml para bactérias heterotróficas

# PADRÕES DE POTABILIDADE PORTARIA 518 (MS-25/03/2004)

## Compostos Inorgânicos

- Arsênio: 10 µg/L
- Fluoreto: 1,5 mg/L
- Chumbo: 10 µg/L
- Cádmio: 5 µg/L
- Cobre: 2,0 mg/L
- Nitrato: 10 mg/L
- Cromo: 50 µg/L
- Nitrito: 1 mg/L

13 12:32

# PADRÕES DE POTABILIDADE PORTARIA 518 (MS-25/03/2004)

## ■ Compostos Orgânicos

- Benzeno: 5 µg/L
- Cloreto de Vinila: 5 µg/L
- Estireno: 20 µg/L
- Diclorometano: 20 µg/L
- 1,2 Dicloroetano: 10 µg/L
- 1,1 Dicloroeteno: 30 µg/L



# PADRÕES DE POTABILIDADE PORTARIA 518 (MS-25/03/2004)

- 
- Compostos Orgânicos (Agrotóxicos)
  - Alaclor: 20 µg/L
  - Atrazina: 2 µg/L
  - Clordano: 0,2 µg/L
  - Endossulfan: 20 µg/L
  - Endrin: 0,6 µg/L
  - Hexaclorobenzeno: 1 µg/L
  - Pentaclorofenol: 9 µg/L

# PADRÕES DE POTABILIDADE PORTARIA 518 (MS-25/03/2004)



## ■ Compostos Orgânicos Subprodutos da Desinfecção

- Trihalometanos: 100 µg/L
- Clorito: 0,2 mg/L
- Bromato: 25 µg/L
- Cloro residual livre: 5,0 mg/L
- Cloraminas: 3,0 mg/L

## Qualidade da água bruta



Tratamento de Água

- Qualidade da água bruta

- Qualidade da água final

- Confiabilidade em processos e equipamentos

- Mão de obra e pessoal

- Flexibilidade operacional em lidar com mudanças na qualidade da água

- Área disponível

- Disposição dos resíduos (Aspectos ambientais)

- Custos de operação e construção

- Aspectos políticos

## Qualidade da água final



Estéticamente agradável



Compostos inorgânicos



Compostos orgânicos



Microbiologicamente segura



Sub-produtos da desinfecção

# TRATAMENTO CONVENCIONAL MANANCIAL – RESERVATÓRIO DO GUARAPIRANGA



TRATAMENTO CONVENCIONAL  
ETA ALTO DA BOA VISTA

# TRATAMENTO CONVENCIONAL DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO



TRATAMENTO CONVENCIONAL  
ETA ANHANGABAÚ (JUNDIAÍ – SP)



TRATAMENTO CONVENCIONAL  
MANANCIAL ALDEIA DA SERRA



TRATAMENTO CONVENCIONAL  
ETA ALDEIA DA SERRA



TRATAMENTO CONVENCIONAL  
MANANCIAL – RIO TIETÊ

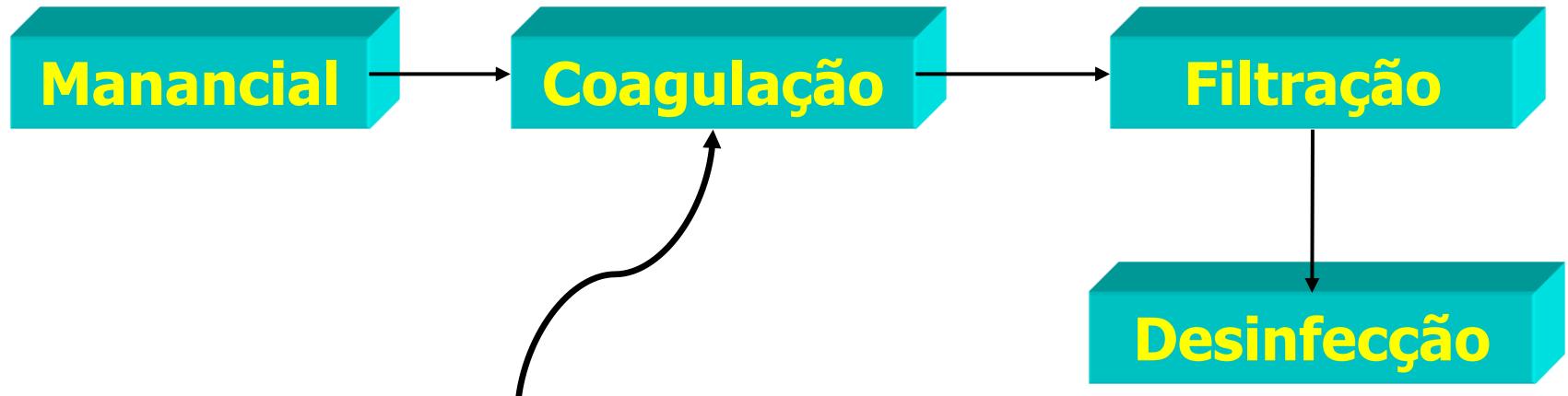


TRATAMENTO  
CONVENCIONAL  
ETA ALTO TIETÊ



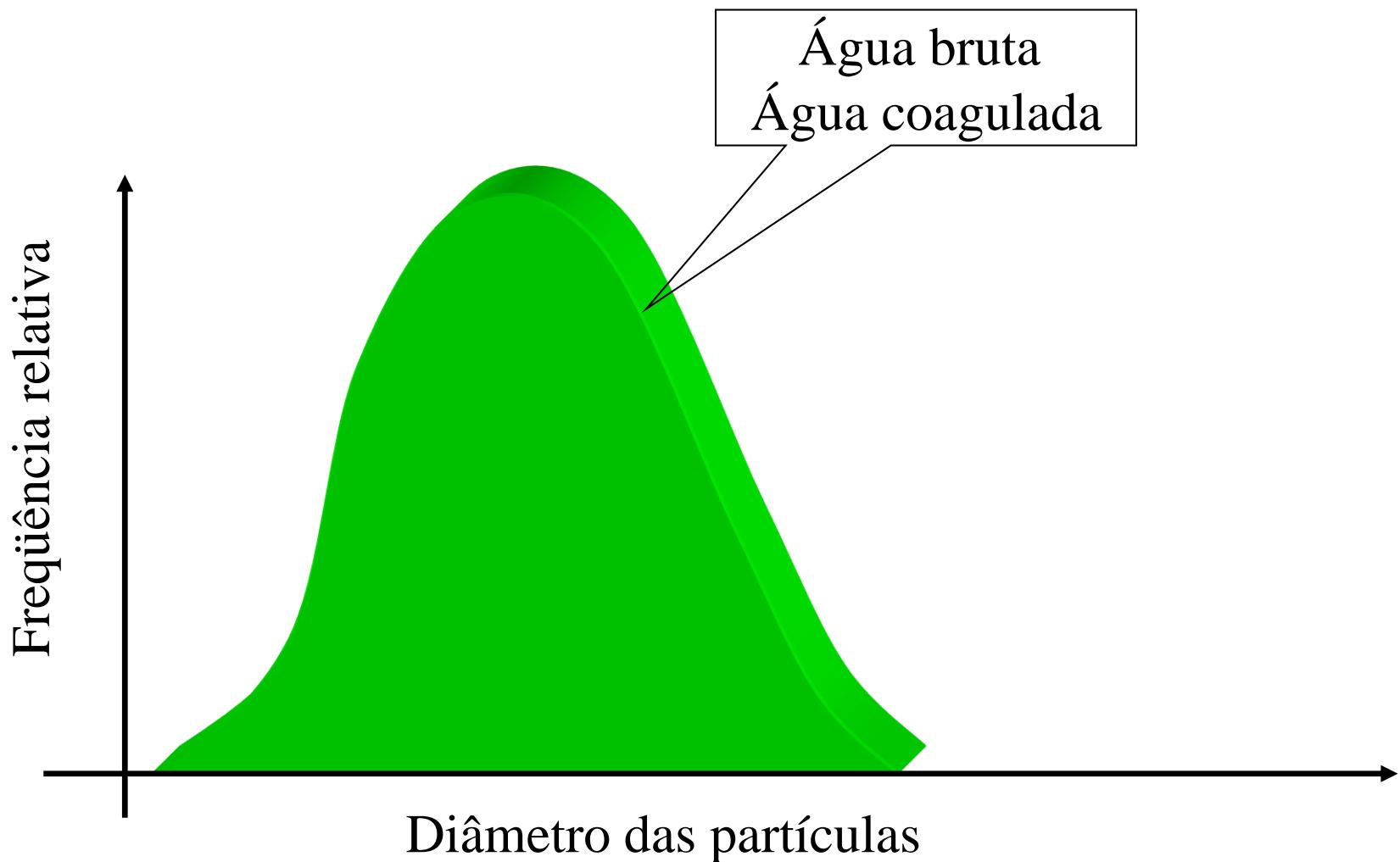
TRATAMENTO CONVENCIONAL  
ETA CUBATÃO – B. SANTISTA

# CONCEPÇÃO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

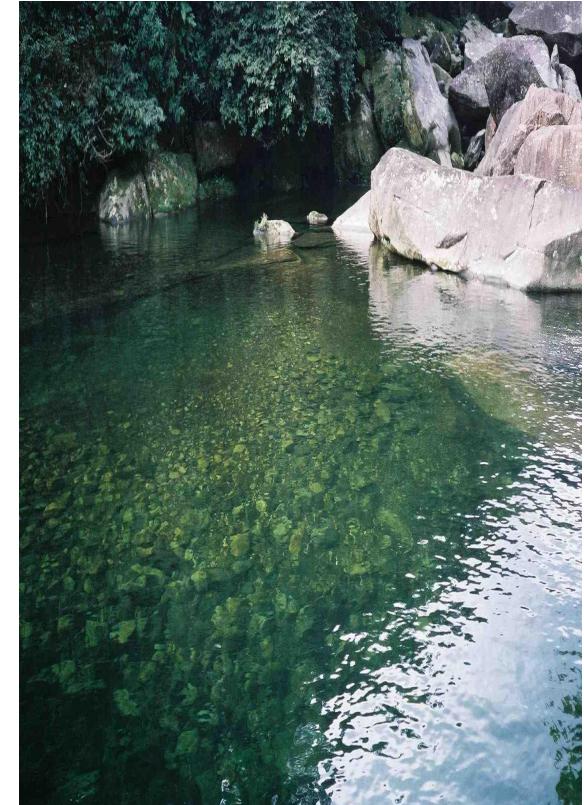
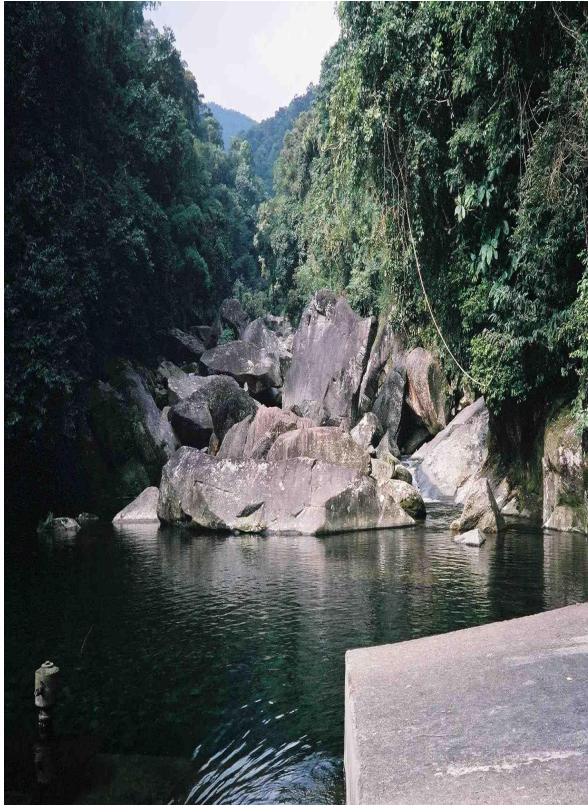
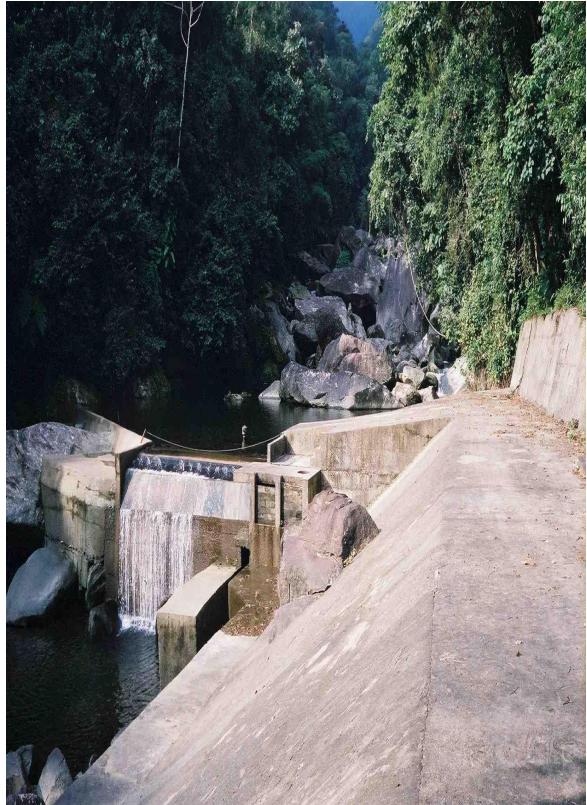


**Filtração em linha**

# COAGULAÇÃO

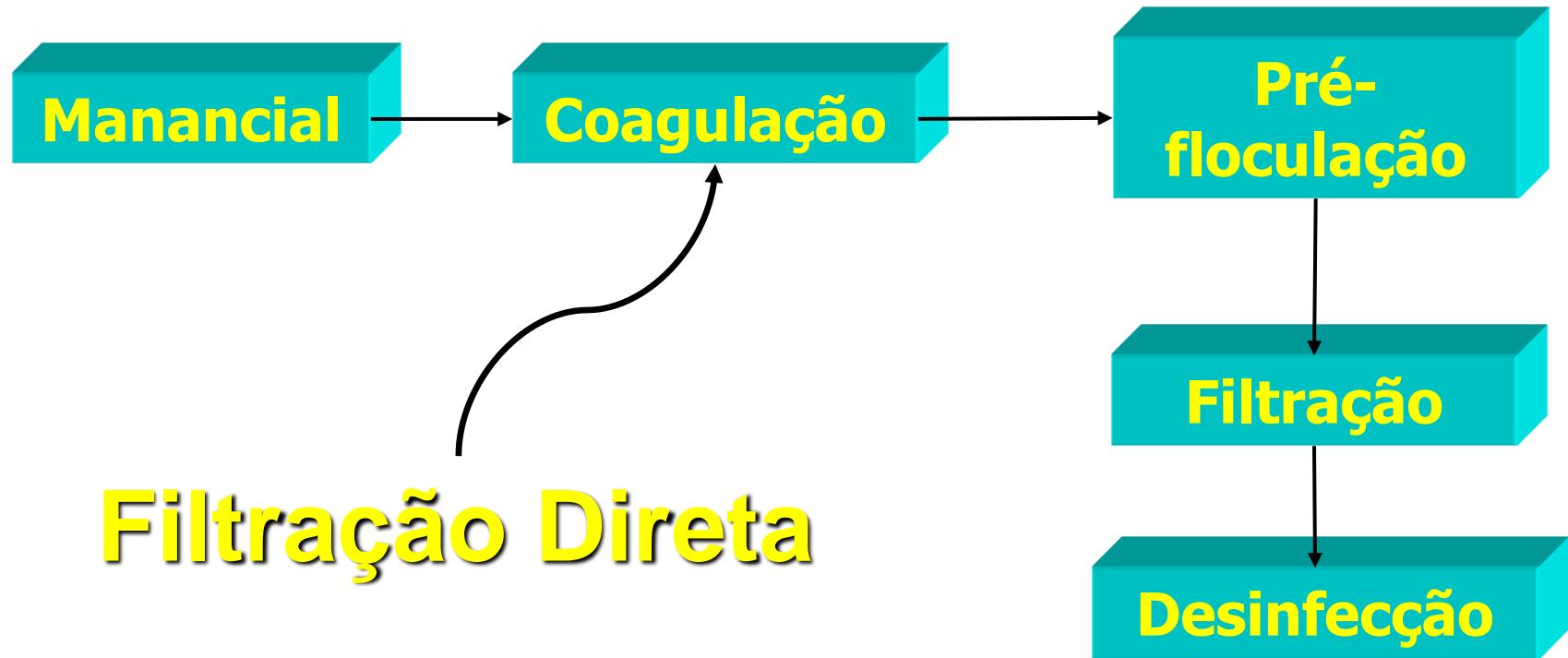


# CONCEPÇÃO DE ETA's

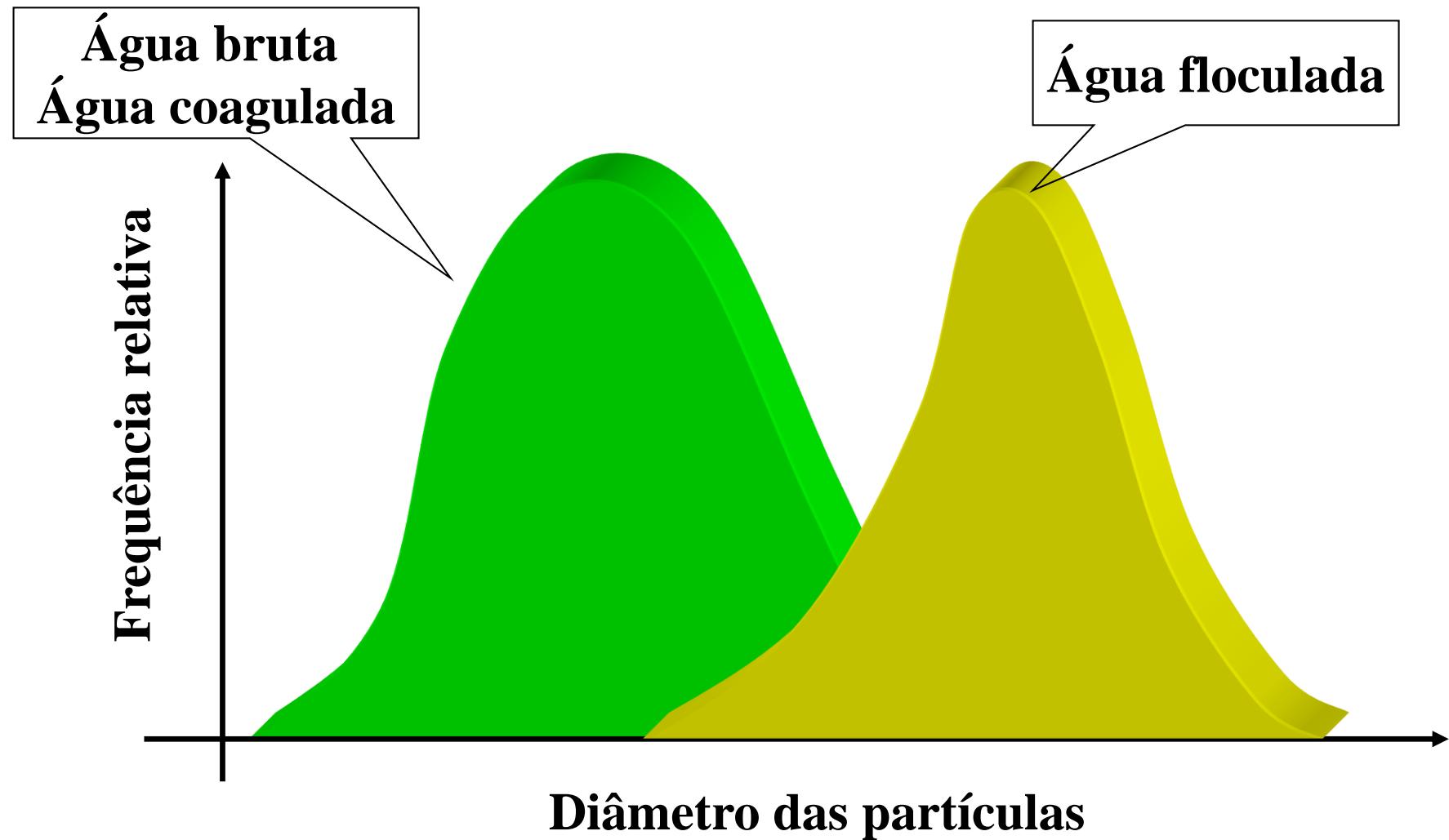


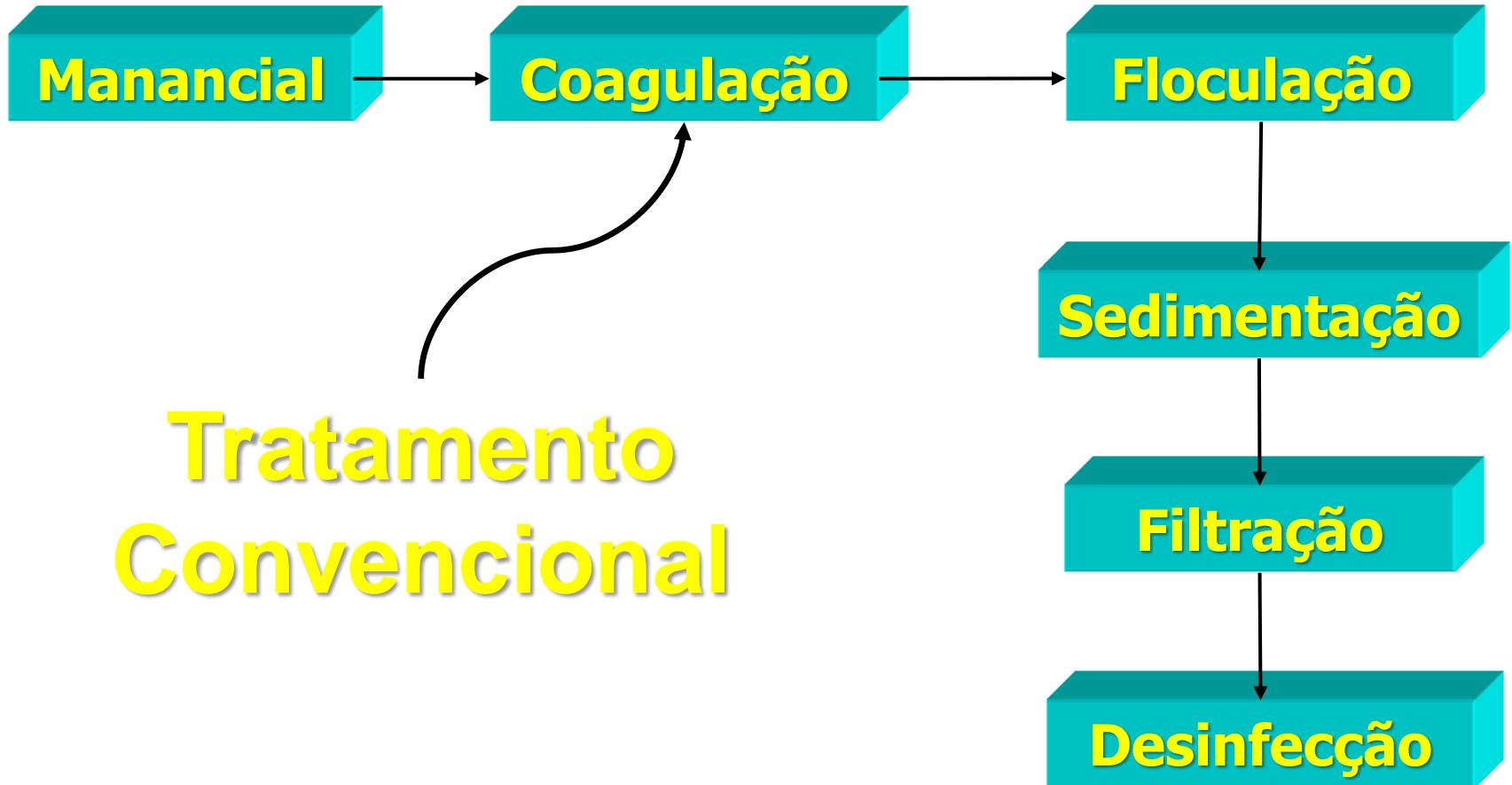
## FILTRAÇÃO EM LINHA

# CONCEPÇÃO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

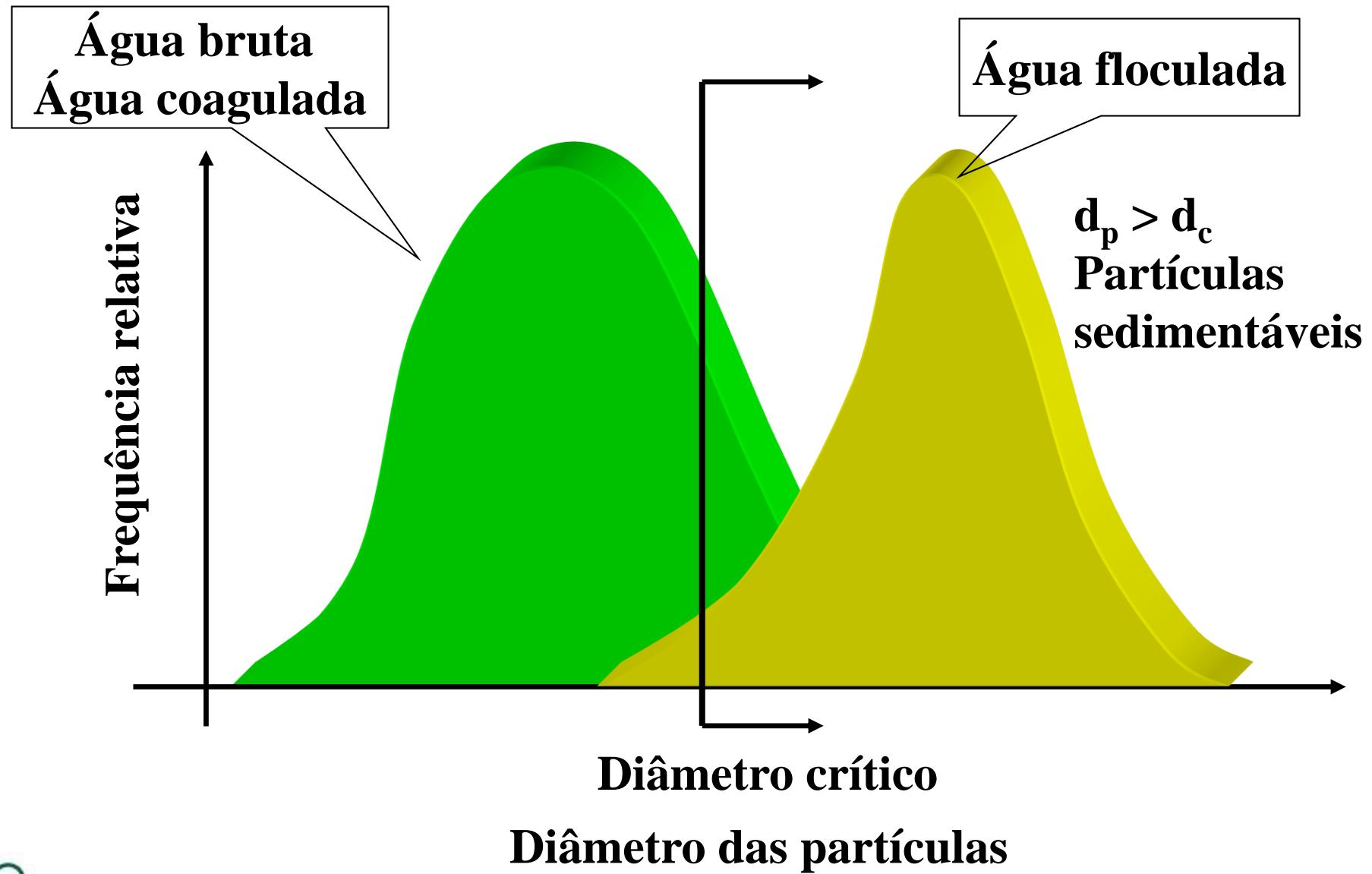


# FLOCULAÇÃO: OBJETIVO





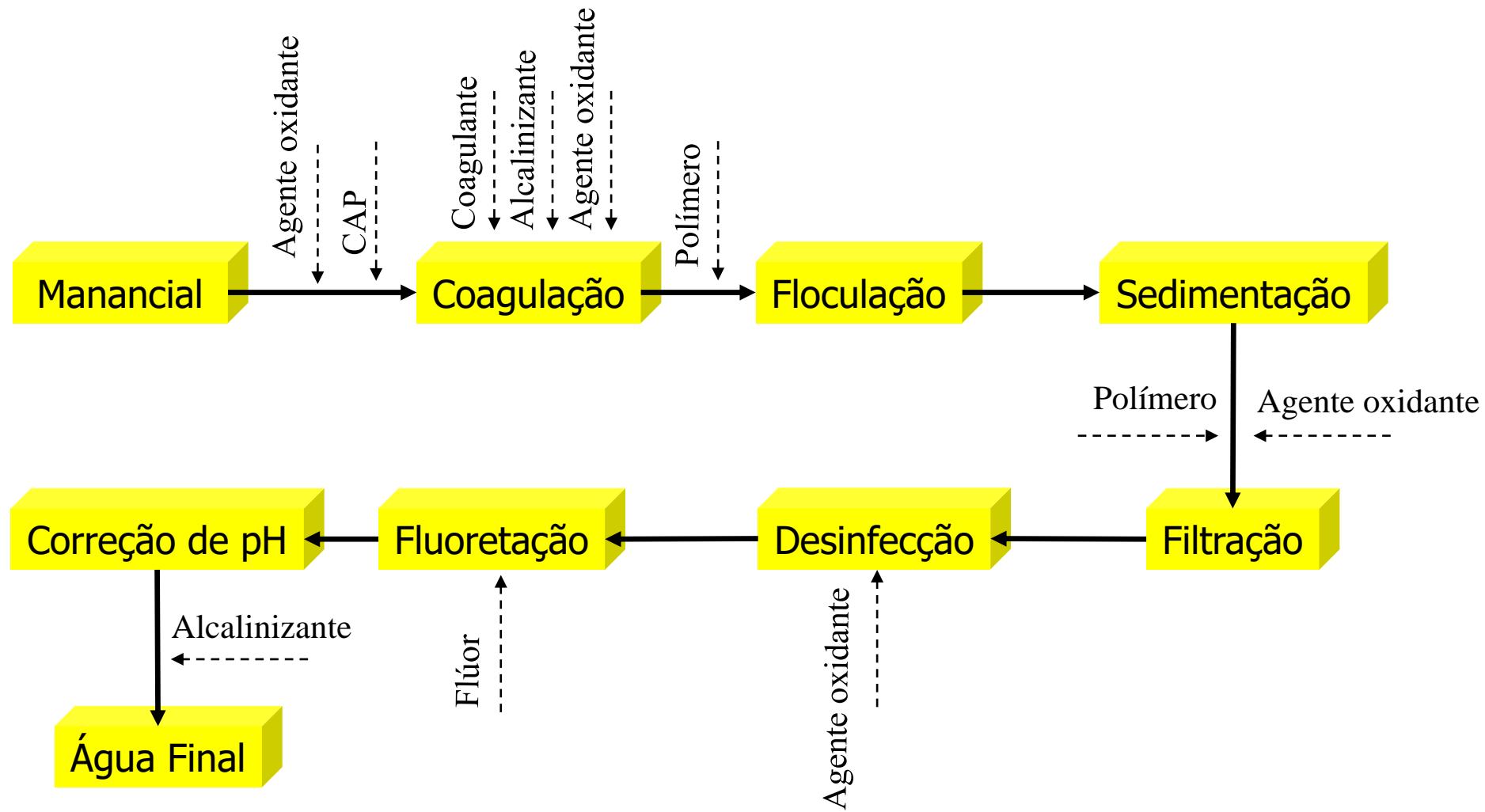
# FLOCULAÇÃO E SEDIMENTAÇÃO



## CONCEPÇÃO DA ETA EM FUNÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA

Características da água bruta	Filtração direta	Filtração em linha
Tubidez (UNT)	50 (15)	25 (5)
Cor real (U.C)	50 (Cor aparente < 20)	25 (Cor aparente < 15)
Densidade algal (UPA/ml)	1.000 (500)	500 (100)

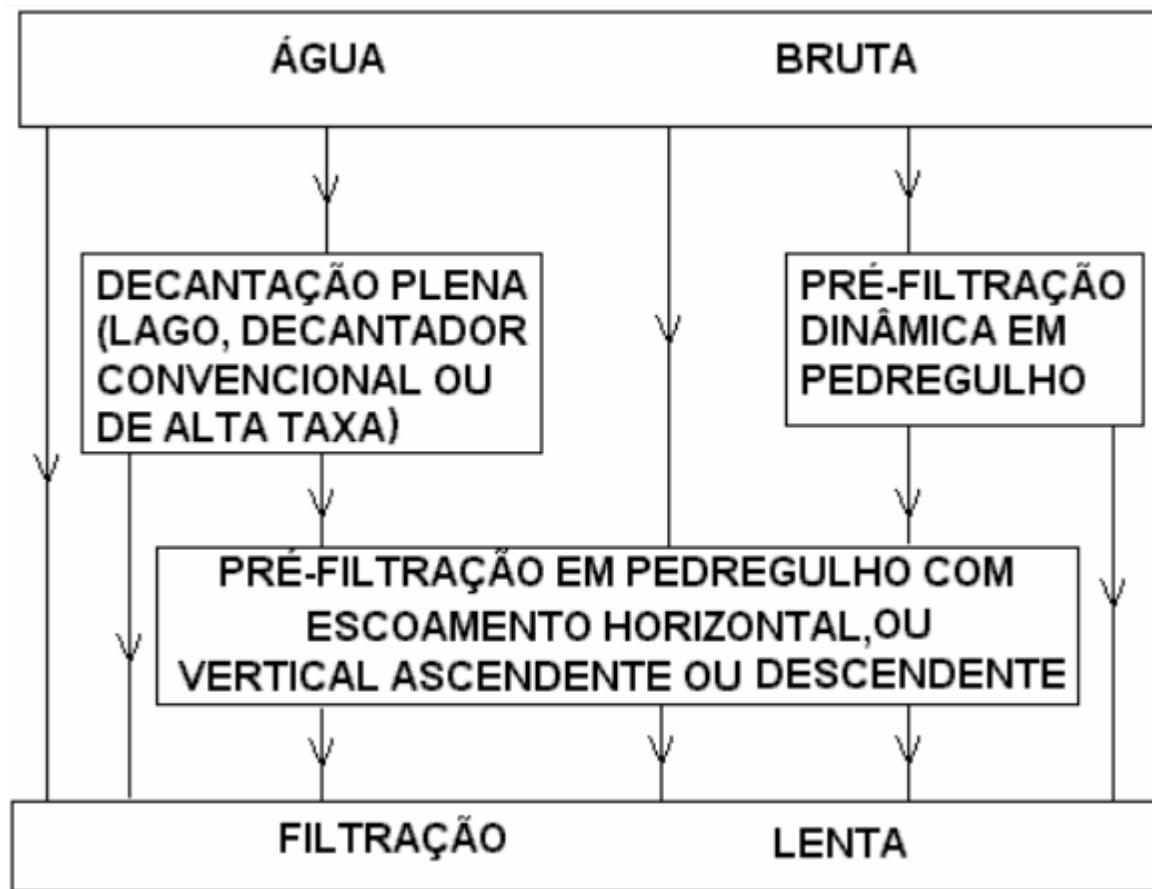
# TRATAMENTO CONVENCIONAL DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO



# *Tecnologias Simplificadas ao Tratamento de Água*

- O projeto de estações de água, para ser adequado às características da água bruta, deve se basear em dados obtidos a partir de estudos de laboratório, utilizando-se instalações constituídas de reatores estáticos ou, preferivelmente, instalações piloto de escoamento contínuo.
- Mesmo que dados sobre a qualidade da água bruta sejam conhecidos, o projetista pode incorrer em erros graves quando seleciona a tecnologia de tratamento ou quando adota parâmetros de projeto a partir da literatura ou da sua própria vivência.
- As tecnologias de tratamento de água podem ser enquadradas em dois grupos, **sem coagulação química** e com coagulação química. **Dependendo da qualidade da água bruta**, ambos os grupos podem ou não ser precedidos de pré-tratamento

# Tecnologias Simplificadas ao Tratamento de Água



Tecnologias de Tratamento Utilizando a Filtração Lenta e Pré-Tratamento

# *Tecnologias Simplificadas ao Tratamento de Água*

## **Filtração em Múltiplas Etapas – FiME**

É uma tecnologia de tratamento que vem sendo utilizada em alguns países da América do Sul, tendo tido sua eficácia comprovada tanto em instalações piloto quanto em protótipos para o tratamento de água com qualidade variável.

Basicamente, uma instalação FiME é composta por alguma combinação entre a **pré-filtracão dinâmica**, a **pré-filtracão grosseira** e a **filtracão lenta**.

A pré-filtracão dinâmica pode ser empregada de duas formas como pré-tratamento:

- a) para remover impurezas;
- b) para amortecer picos de **turbidez ou de sólidos suspensos**. A Segunda opção pode ser adotada, em função da qualidade da água bruta, de modo que ocorra colmatação rápida da subcamada superior de pedregulho, evitando-se dessa forma que água bruta com turbidez elevada atinja as unidades subsequentes.

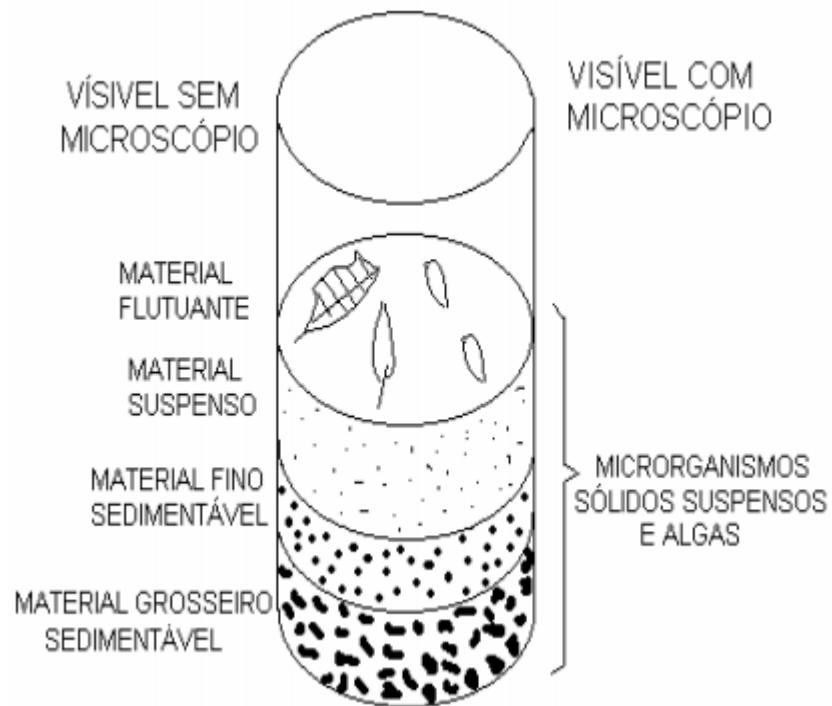
## Filtração em Múltiplas Etapas – FiME

- A remoção de organismos é substancial, tendo sido reportadas eficiência da ordem de **80 a 90 %** de remoção de coliformes totais e fecais nas unidades de pré-filtragem dinâmica, o que assegura o funcionamento adequado e seguro da tecnologia de tratamento posterior sem coagulação química.
- Há situações em que a filtragem lenta precedida da pré-filtragem dinâmica **pode ser uma alternativa apropriada**
- Quando se tem a pré-filtragem grosseira após a pré-filtragem dinâmica, esta pode ser projetada tanto para **remover impurezas** quanto para **amortecer picos de turbidez ou de sólidos suspensos**, o que dependerá essencialmente da qualidade da água bruta.

# Tecnologias Simplificadas ao Tratamento de Água

## Conceitos: Filtração em Múltiplas Etapas – FiME

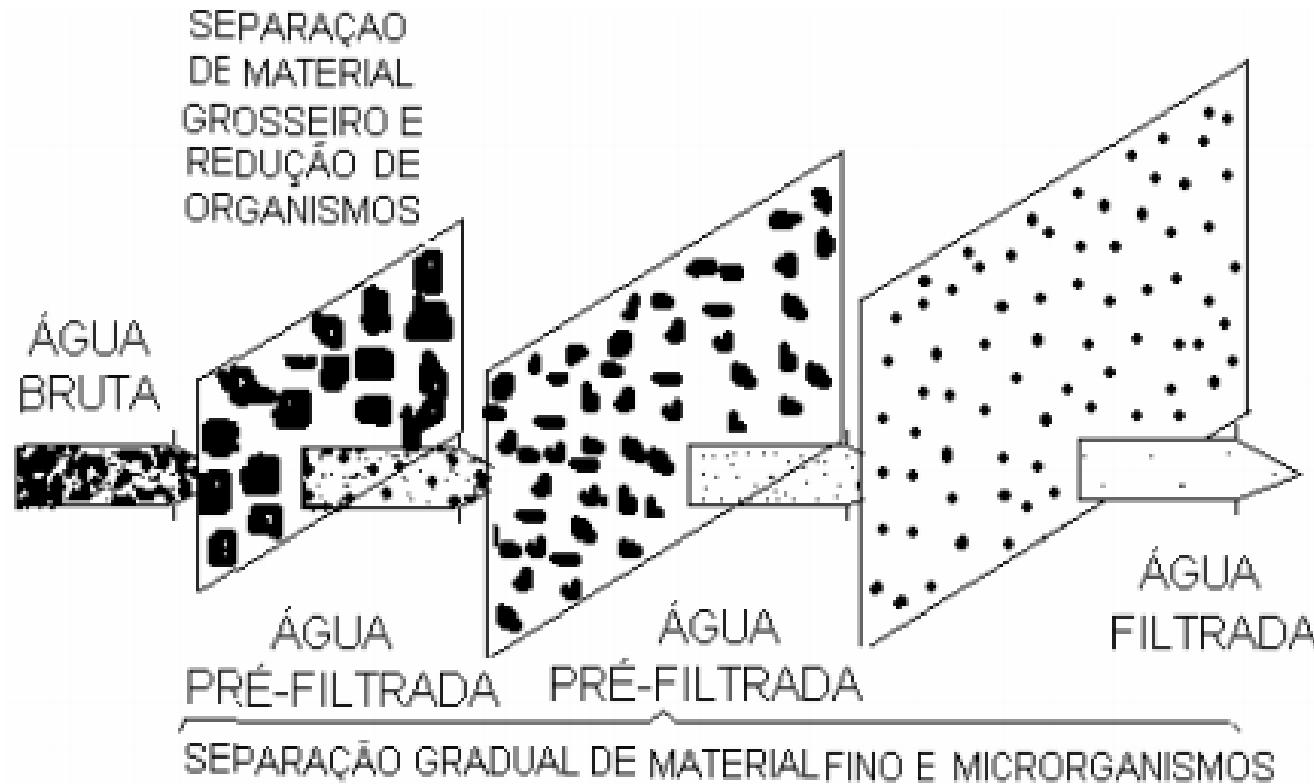
- A filtração pode ser rápida ou lenta, dependendo da taxa de filtração.
- Filtros rápidos funcionam com taxas de filtração entre **150 e 600 m/d**
- Filtros lentos operam com taxas geralmente inferiores a **6 m/d**, embora na literatura existam indicações de taxas superiores
- Para o uso eficiente da filtração rápida, é necessário o pré-tratamento da água bruta com **coagulação química**
- Como na filtração lenta não é utilizada a coagulação química, a água a ser filtrada deve possuir características apropriadas, **tem sido precedida por unidades de pré-tratamento**, geralmente constituídas por pré-filtros de pedregulho.



Impurezas geralmente presentes  
em águas superficiais

# Tecnologias Simplificadas ao Tratamento de Água

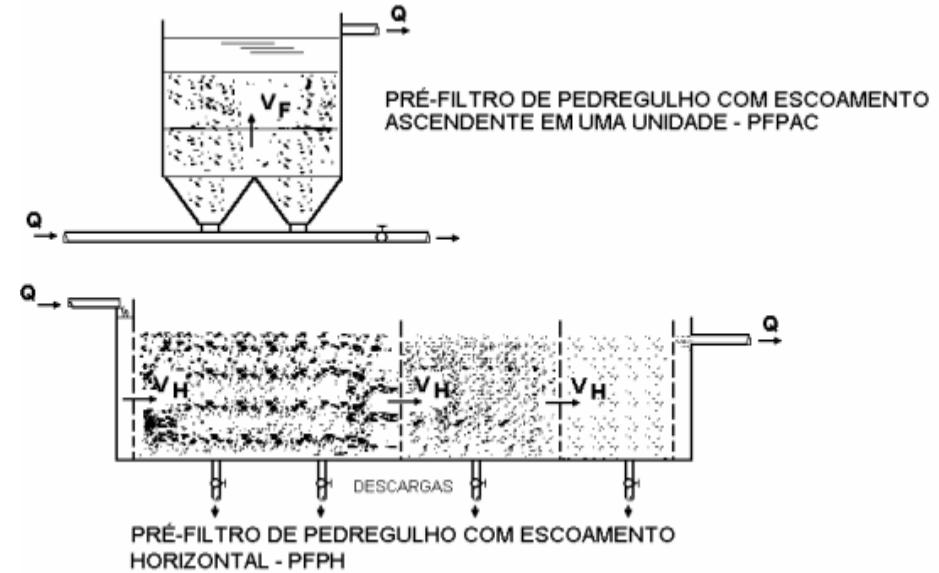
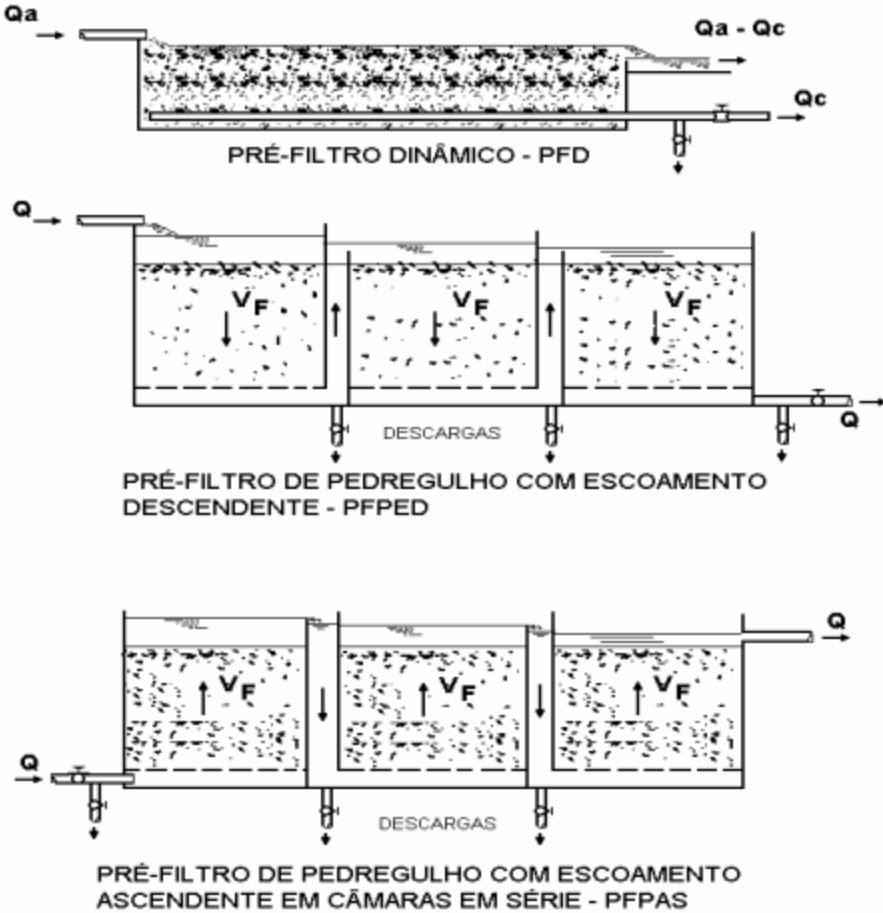
## Conceitos: Filtração em Múltiplas Etapas – FiME



**Representação da Filtração em Múltiplas Etapas - FiME**

# Tecnologias Simplificadas ao Tratamento de Água

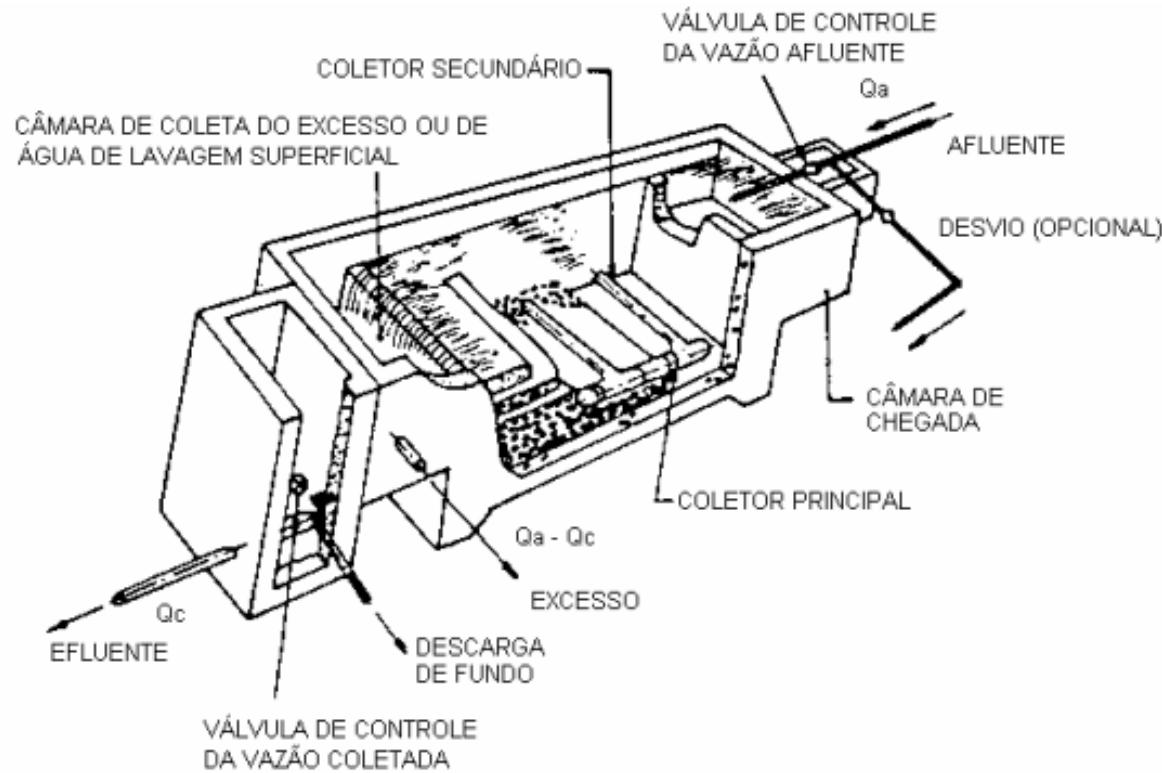
## Conceitos: Filtração em Múltiplas Etapas – FiME



Esquemas das Diferentes Unidades de  
Pré-Tratamento

# Tecnologias Simplificadas ao Tratamento de Água

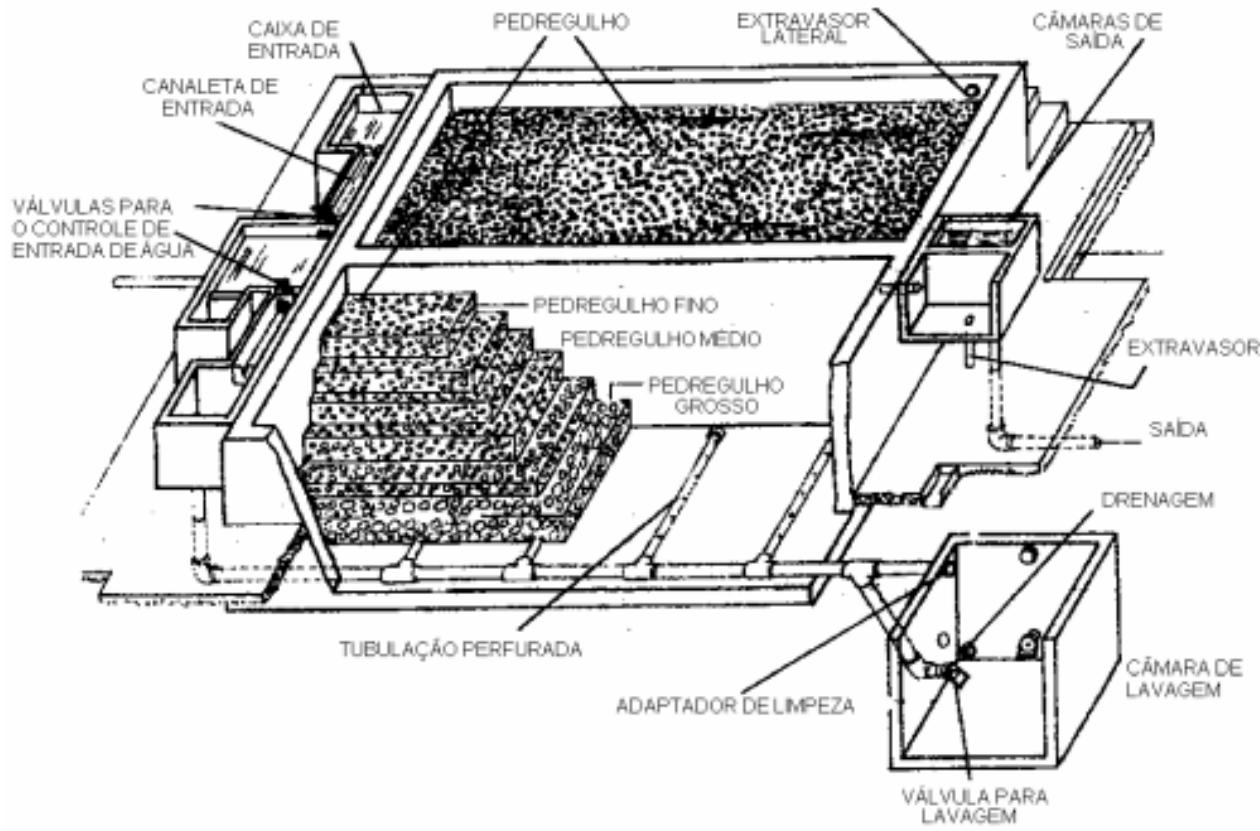
## Conceitos: Filtração em Múltiplas Etapas – FiME



**Esquema de uma Unidade de Pré-filtração Dinâmica em Pedregulho - Descendente**

# Tecnologias Simplificadas ao Tratamento de Água

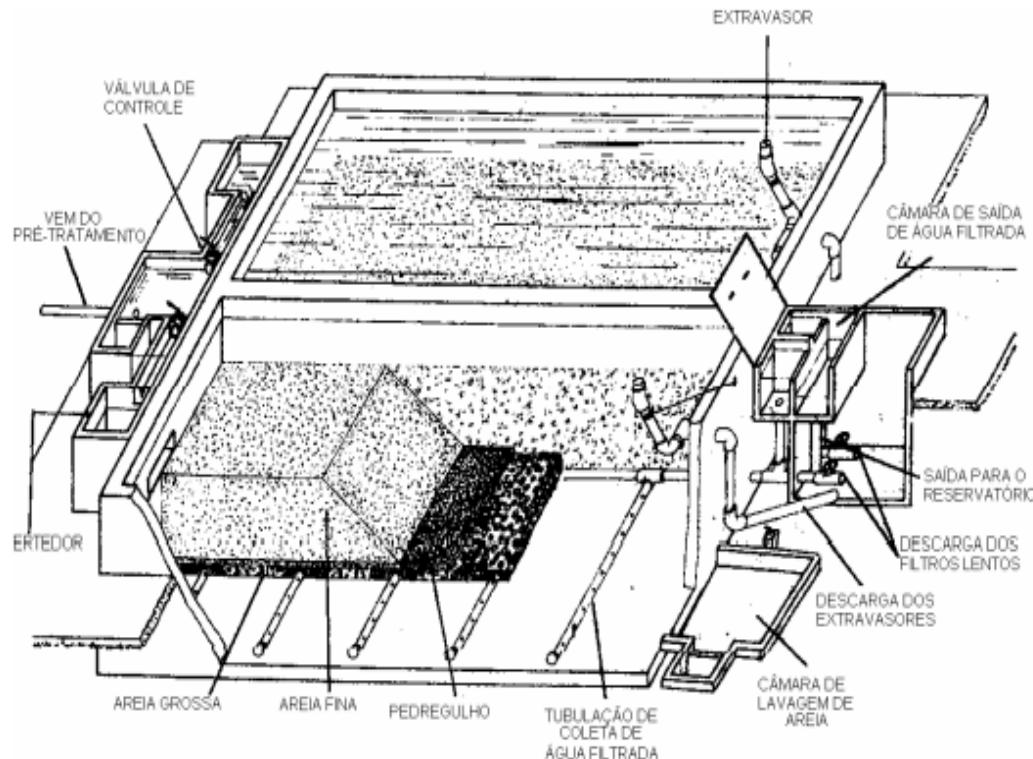
## Conceitos: Filtração em Múltiplas Etapas – FiME



Esquema de um Pré-Filtro de Pedregulho com Escoamento Ascendente

# Tecnologias Simplificadas ao Tratamento de Água

## Filtração lenta, última etapa da FiME



- Amadurecimento do filtro lento;
- Raspagem de aproximadamente 1 a 3 cm do topo da areia;
- Camada de areia  $\approx$  60 cm;
- Atividade biológica é considerada a ação mais importante que ocorre na filtração lenta (40 cm de profundidade).



**Esquema de um Filtro Lento de Areia**

# Tecnologias Simplificadas ao Tratamento de Água

## Filtração lenta, última etapa da FiME

Uma das principais vantagens atribuídas ao filtro lento é a elevada eficiência de remoção de bactérias, vírus e cistos de Giardia.

Microrganismo	Percentagem de remoção (*)	Autor
Coliformes Totais	>99%	Bellamy <i>et al.</i> (1985a)
Vírus (Poliovirus 1)	98,25 - 99,99	Poynter e Slade (1977)(**)
Cistos de <i>Giardia</i>	> 98%	Bellamy <i>et al.</i> (1985a)
Oocistos de <i>Cryptosporidium</i>	>99,9%	Timms <i>et al.</i> (1995)
Cercárias de <i>Schistosoma</i>	100%	Galvis <i>et al.</i> (1997)

(\*) valores obtidos em estudos realizados em escala piloto

(\*\*) *apud* Wheeler *et al.* (1988)

O fato da filtração lenta caracterizar-se como uma eficiente barreira microbiológica não significa que a desinfecção da água filtrada deva ser questionada ou, sob qualquer pretexto, abandonada como parte integrante do tratamento. **É imprescindível a desinfecção contínua do efluente do filtro lento como barreira final de segurança** (particularmente quando a água bruta apresenta níveis altos de contaminação fecal) e para garantir os residuais na rede de distribuição.

# *Tecnologias Simplificadas ao Tratamento de Água*

## **Principal limitação atribuída à filtração lenta convencional**

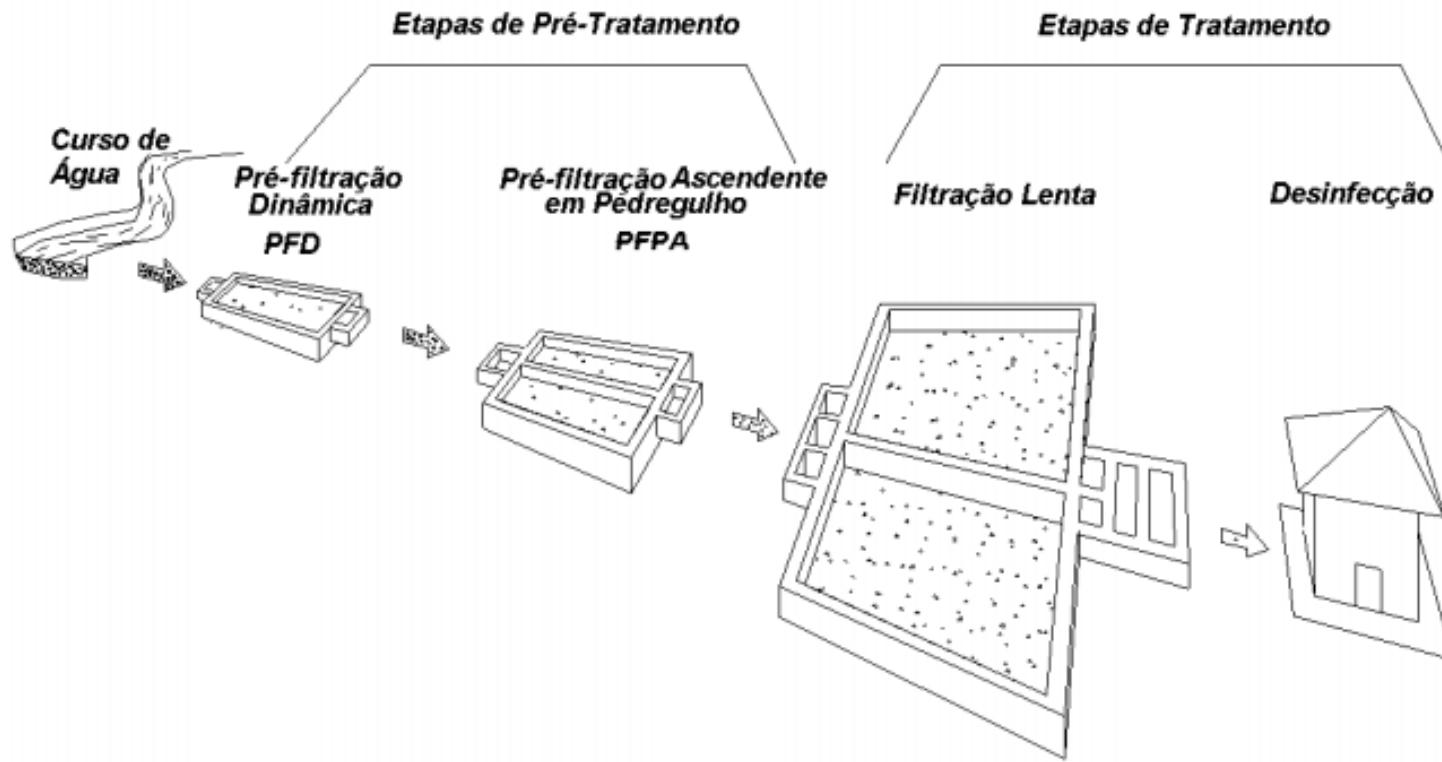
A principal limitação atribuída à filtração lenta convencional (único tratamento precedendo a desinfecção) é sua utilização restrita a águas que apresentam valores de cor verdadeira, turbidez e teor de sólidos suspensos relativamente baixos (Galvis, et al., 1998, Di Bernardo, 1993).

### **Qualidade da água recomendável para tratamento por filtração lenta**

Características da água	VALORES MÁXIMOS RECOMENDÁVEIS	
	Di Bernardo (1993)	Cleasby (1991)
Turbidez (uT)	10	5
Cor verdadeira (uC)	5	-
Ferro (mg Fe/L)	1	0,3
Manganês (mg Mn/L)	0,2	0,05
Algas	250 UPA/mL	5µg clorofila-a/L
Coli. Totais (NMP/100ml)	1000	-

# *Tecnologias Simplificadas ao Tratamento de Água*

## **Esquema geral de uma instalação de FiME.**



Esquema geral da instalação FiME (Galvis et al., 1998).

# Tecnologias Simplificadas ao Tratamento de Água

## Dimensionamento:

- Cálculo da área total de filtração:

$$q = \frac{Q}{A_{filtração}}$$

A taxa de filtração nos filtros lentos é limitada pela ABNT (1989) em **6 m/d** quando se tem meio filtrante constituído unicamente de areia.

- Definição do número de filtros:

$$A_f = \frac{A_{total}}{N}$$

Embora as pesquisas realizadas com mantas sintéticas indiquem a possibilidade da utilização de taxa de filtração dessa ordem de grandeza, têm sido recomendados valores da taxa de filtração entre **2 e 5 m/d**, dependendo da qualidade do afluente e da carga hidráulica disponível total.

# Tecnologias Simplificadas ao Tratamento de Água

Para um PFD com um vertedor de parede delgada:

$$Q = 1,848 b h^{3/2} \quad \text{Eq.1}$$

$$Q = (s + h) b v \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

Q : vazão de água para limpeza ( $\text{m}^3 / \text{s}$ )

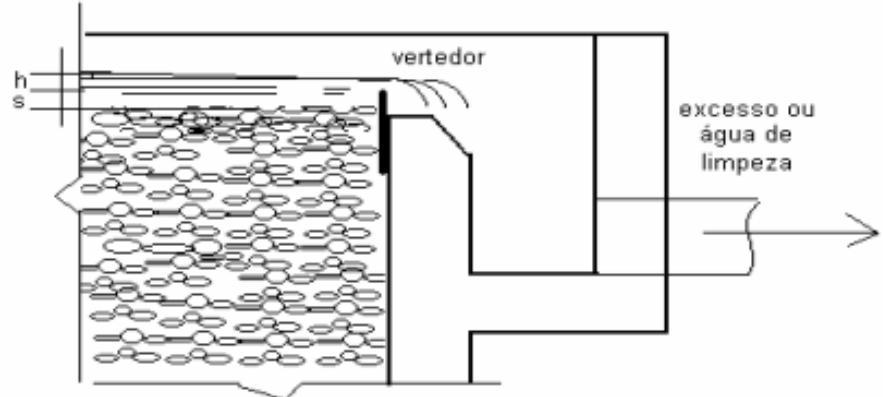
v : velocidade média de escoamento sobre o topo do meio granular durante a limpeza ( $\text{m/s}$ )

h : carga hidráulica no vertedor (m)

b : largura da unidade (m)

s : desnível entre a crista do vertedor e o topo do meio granular (m)

Esquema do vertedor localizado na saída do PFD



Parâmetro	Recomendação ou Valor Recomendado
Método de Operação	contínuo
Taxa de Aplicação ( $\text{m/d}$ )	18 a 60
Número Mínimo de Unidades em Paralelo	2
Área Máxima em Planta por Unidade ( $\text{m}^2$ )	10 $\text{m}^2$
Largura Máxima (m)	1,5
Velocidade Média do Escoamento Superficial para a Limpeza	0,1 a 0,3
Meio Granular	
- número de subcamadas	3
- espessura mínima e material granular : subcamada inferior	0,2 m ; 19 a 31 mm
- subcamada intermediária	0,2 m ; 7,9 a 15,9 mm
- subcamada superior	0,2 m ; 3,2 a 6,4 mm
Altura da Lâmina Líquida sobre a Superfície do Meio Granular	2 a 5

Critérios de Dimensionamento de Instalações de  
Pré-filtragem Dinâmica

# Tecnologias Simplificadas ao Tratamento de Água

Exemplo – Dimensionamento de uma instalação de PFD para uma vazão a ser tratada de **8 L/s**. A adução é feita por gravidade e não há limitação da vazão afluente à instalação.

- a) Número de unidades = 2
- b) Taxa de aplicação = 36 m/d
- c) Área superficial de uma unidade =  $[86,4 \times 4]/36 = 9,6 \text{ m}^2$
- d) Vazão de excesso a uma unidade = 1 L/s
- e) Vazão total afluente a uma unidade = 5 L/s
- f) Desnível s(adoptado) = 0,015 m
- g) Velocidade média de escoamento durante a limpeza = 0,2 m/s
- h) Utilizando as equações, obtém-se  $h = 0,0277\text{m}$  e  $b = 0,7 \text{ m}$
- i) Altura de água sobre o topo do meio granular durante a limpeza = 0,0427 m
- j) Comprimento da unidade =  $9,6/0,7 = 13,7 \text{ m}$
- k) Carga hidráulica no vertedor durante a pré-filtragem ( $Q=1\text{L/s}$ ; Eq.1) = 0,0084 m
- l) Altura de água sobre o topo do meio granular durante a pré-filtragem = 0,0234 m
- m) Sistema de drenagem : constituído por 2 drenos comerciais de 75 mm de diâmetro dispostos longitudinalmente; tais tubos serão conectados a uma tubulação de 100 mm de diâmetro localizada no interior da unidade, a qual possuirá, externamente, uma válvula para ajuste da vazão efluente.

## Material de apoio:

Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT NB-592 "Projeto de Estação de Tratamento de Água" 1989, Rio de Janeiro, Brasil.

Bernier, P. D. Start-up of Slow Sand Filtration Plant in Gorham – NH Slow Sand Filtration Workshop – AWWA Oct. 1991, Durham, N. H, USA.

Bresaola Jr., R. Estudos Comparativos do Desempenho de sistemas Constituídos de Pré-filtro de Pedregulho – Filtro Lento de Areia e de Pré-Filtro de Areia – Filtro Lento de Areia para o Tratamento de Águas de Abastecimento Tese de Doutorado Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 1990, São Carlos, Brasil

Di Bernardo, L., Valenzuela G., M. R. Pré-filtração em pedregulho e Filtração Lenta em Areia com Mantas Sintéticas para Tratamento de Águas de Abastecimento XXIII Congreso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental Nov. 1992, La Habana, Cuba.

Alcócer C., N. E. Comparação do Desempenho de Filtros Lentos de Areia Operados com Nível Constante e com Nível Variável Dissertação de Mestrado Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 1993, São Carlos, Brasil

Di Bernardo, L. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água Vol. II Luiz Di Bernardo e Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental 1993, R. J., Brasil

Fazolo, A. Desempenho de Sistemas de Pré-filtração em Pedregulho com Escoamento Ascendente Dissertação de Mestrado Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 1999, São Carlos, Brasil.

IRC-WHO Pretreatment Methods for Community Water Supply - Pretreatment Research and Demonstration Project IRC-International Water and Sanitation Centre Feb. 1989, The Hague, The Netherlands

Pocasangre C., A. E. A. Pré-filtração em Pedregulho e Areia Grossa de Fluxo Ascendente e Fluxo Descendente como Pré-tratamento de Filtros Lentos de Areia Dissertação de Mestrado Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 1990, São Carlos, Brasil