

# CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA - IV REGIÃO (SP)

---



## Minicursos 2009

### Tratamento de efluentes industriais e domésticos

Ministrante: **Bacharel em Química Karla Gomes de Alencar Pinto**

Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Contatos: karlagap@gmail.com

### Apoio



S. Paulo, 28/08 - Campinas, 29/08/2009



## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS





# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### CATÁSTROFES E ACIDENTES AMBIENTAIS

**1953:**

Baia de Minamata Japão	Indústria NHION CHISSO	Contaminação por Mercúrio	1200 Mortos 10.000 Contaminados
------------------------	------------------------	---------------------------	------------------------------------

**1978:**

Costa Norte da Grã - Bretanha	Navio - Tanque Almoco Cadiz	Vazamento de 22300 ton. de Petróleo	2500 Pássaros mortos
-------------------------------	-----------------------------	-------------------------------------	----------------------

**1984:**

Cubatão Vila Socó	Romp. Tubulação Oleoduto Santos	Vazamento de 1200 m3 gasolina	9 horas de incêndio 93 mortos
-------------------	---------------------------------	-------------------------------	----------------------------------

**1984:**

BHOPAL ÍNDIA	UNION CARBIDE	Vazamento de 25 ton. Isocianato de metila	2500 Mortos 200.000 Intoxicados
--------------	---------------	---	------------------------------------



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### CATÁSTROFES E ACIDENTES AMBIENTAIS

**1986:**

**Chernobil  
URSS**

**Acidente em  
Usina Nuclear**

**Efeito 30 vezes  
maior do que o  
da bomba de  
Hiroshima**

**60 Mortos  
100.000 Pessoas c/  
danos genéticos**

**1987:**

**Goiânia**

**Comercialização  
clandestina de um  
equipamento do  
IGR**

**Contaminação  
radioativa por  
Césio-137**

**248 Pessoas  
contaminadas  
200 ton. Lixo  
radioativo**

**1989:**

**Alaska  
USA**

**Navio EXXON  
VALDEZ**

**Vazamento de  
40.000 m3  
gasolina**

**260.000 pássaros  
200 focas  
22 baleias  
3500 lontras**

**US\$ 2 bilhões em  
limpeza /  
indenizações**

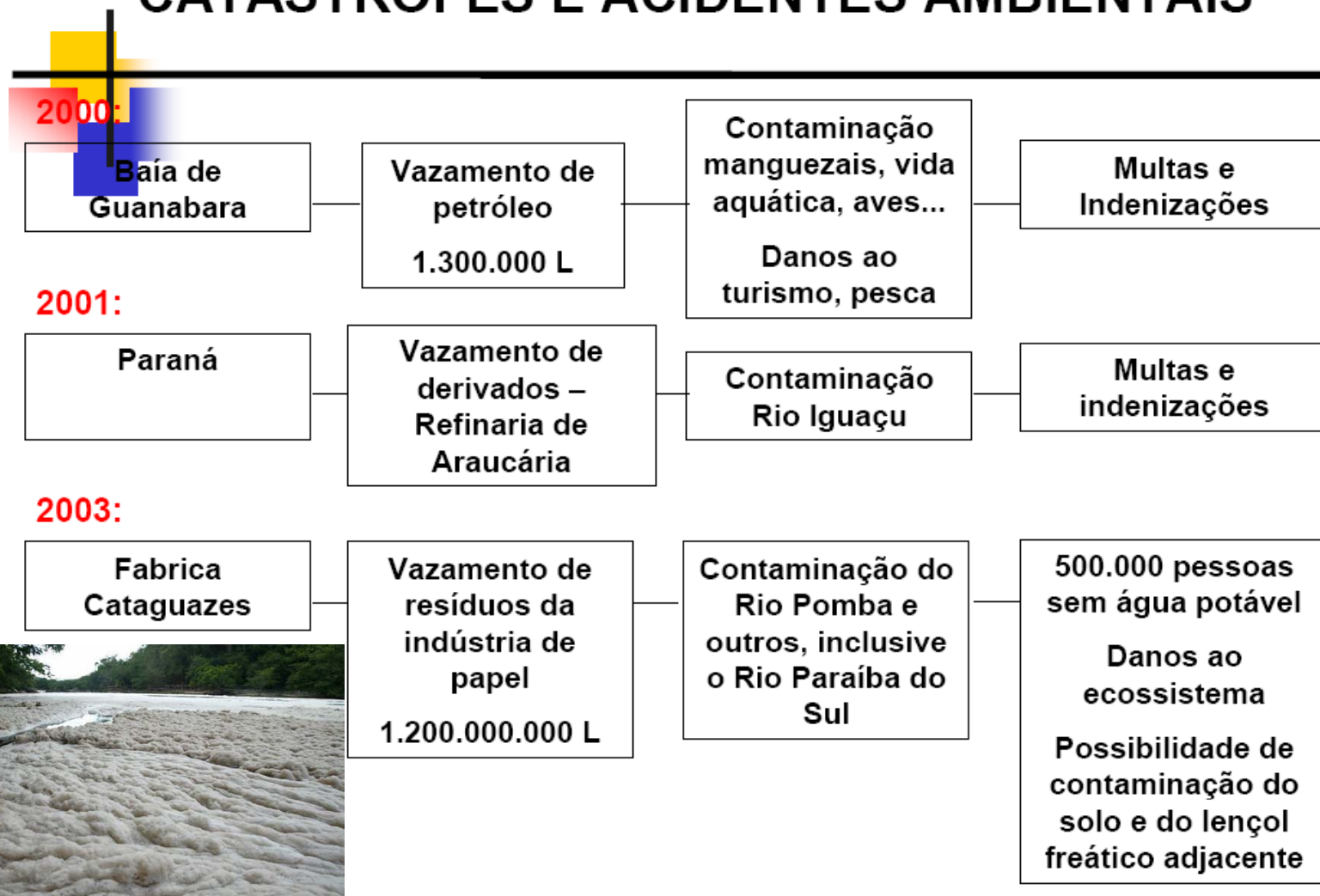




# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### CATÁSTROFES E ACIDENTES AMBIENTAIS







# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS





# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### TIPOS DE RESÍDUOS GERADOS PELA INDÚSTRIA





## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS



No Brasil, 80% dos esgotos são lançados em corpos d'água sem qualquer tratamento; destes 85% são esgotos domésticos e 15% esgotos industriais.





## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

#### Estado de espírito de todo responsável por efluentes industriais



- *É necessário suprimir o rejeito modificando o processo industrial?*
- *É necessário valorizar o rejeito?*
- *É necessário transformá-lo?*
- *Enfim, é necessário destruí-lo?*



## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

**Qualquer que seja o tratamento de um efluente, ele se resume em:**



**Concentrar a poluição:**

- *tratamento com membranas semi-permeáveis; permeáveis;*
- *evaporação.*

**Deslocamento da poluição:**

- *um simples tratamento biológico fornece água limpa e um efluente na forma de lodo mais ou menos secos;*
- *as incinerações geram águas de lavagem e poeira que precisam ser tratadas.*

**Recuperação de um produto valorizável.**



## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

# TECNOLOGIAS

Tecnologias de transferência de fase	Tecnologias destrutivas
Transfere os poluentes da fase aquosa para a sólida, por exemplo, pela adição de carvão ativo na água	Baseiam-se na oxidação química Radiação UV + O <sub>3</sub> ou UV + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> formando OH <sup>-</sup> ou O <sub>2</sub> <sup>-</sup> (PAOs)
A poluição não é eliminada, apenas deixa de ser veiculada pelo meio aquoso para ser transformada em resíduos sólidos ou emitida para a atmosfera	Vantagem: ausência de subprodutos MO + agente oxidante → CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O Desvantagem: processo caro



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS



### ESGOTO DOMÉSTICO

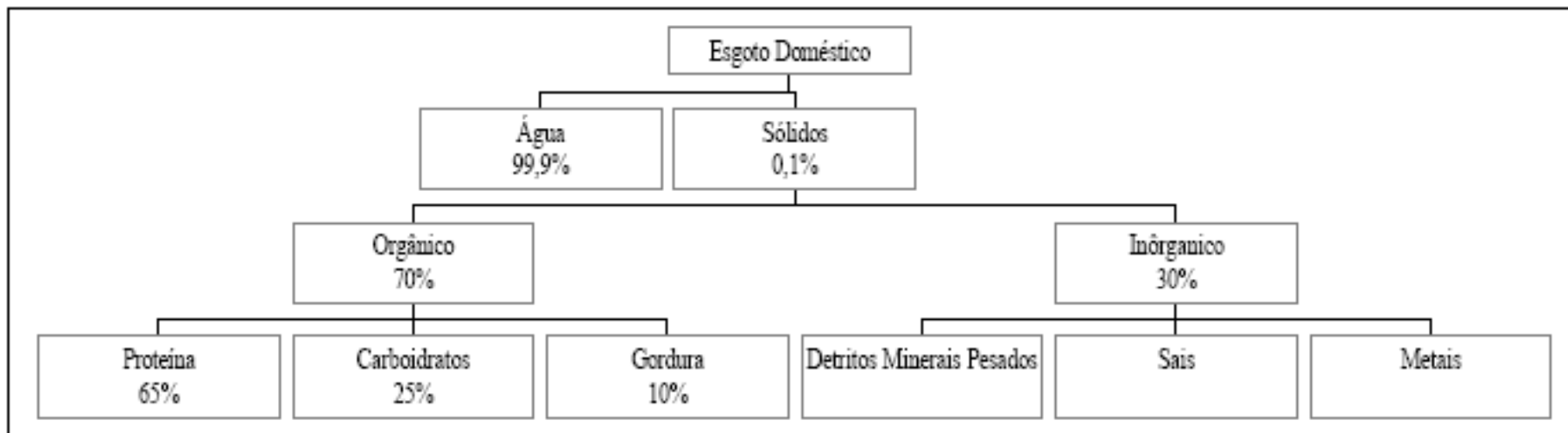


Figura 01: Composição dos Esgotos Domésticos. Fonte: Mendonça, 1990.





# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS



Aspecto em foco	Consequências
Sólidos suspensos e dissolvidos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diminuição da vazão do rio e de volumes de armazenamento (Assoreamento) → inundações;</li><li>• Soterramento de animais e ovos de peixes. Aumento da turbidez da água → redução da transparência da água → diminuição da atividade fotossintética → redução do oxigênio dissolvido → impactos sobre a vida aquática.</li></ul>
Nutrientes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eutrofização da água;</li><li>• Proliferação de algas e de vegetação aquática;</li><li>• Prejuízos a recreação e navegação.</li></ul>
Presença dos microorganismos patogênicos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Transmissão de doenças ao homem.</li></ul>
Mudanças no pH	<ul style="list-style-type: none"><li>• Efeitos sobre a fauna e flora.</li></ul>
Compostos tóxicos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Danos à saúde humana;</li><li>• Danos à vida aquática.</li></ul>
Corantes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Danos à vida aquática;</li><li>• Prejuízos aos usos.</li></ul>
Substâncias tenso-ativas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Danos a fauna;</li><li>• Geração de espumas.</li></ul>
Substâncias radioativas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Danos à saúde humana e animal.</li></ul>

Tabela 01: Fatores impactantes do Efluente e as consequências no meio ambiente. Fonte: MOTA, 1997.



## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

As tabelas (02) e (03) apresentam respectivamente, composições típicas de esgotos domésticos e de algumas atividades econômicas:

Constituinte	Concentração Média (mg/L)		
	Forte	Médio	Fraco
Sólidos Dissolvidos Totais	850	500	250
Sólidos em Suspensão	350	200	100
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	20	10	5
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO <sub>5</sub> )	400	220	110
Carbono Orgânico Total (COT)	290	160	80
Demanda Química de Oxigênio (DBQ)	1.000	500	250
Nitrogênio Orgânico	35	15	8
Nitrogênio Amoniacal	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo Orgânico	5	3	1
Fósforo Inorgânico	10	5	3
Adaptado de MENDONÇA, 1990.			



## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

# ESGOTO INDUSTRIAL

Atividade	DBO mg/L	SS Mg/L	DQO mg/L	Graxas mg/L
Abatedouro de bovinos	1300	960	2500	460
Sorvete	910	260	1830	-
Queijo	3160	970	5600	-
Laminação de metais	8	27	36	-
Farinha	330	330	570	-
Laticínios	1400	310	3290	-
Lavanderia industrial	770	450	2400	520
Industria farmacêutica	270	150	390	160
Abatedouro de aves	200	310	450	-
Refeições	270	60	420	-
Refrigerantes	480	480	1000	-
Adaptado de MENDONÇA, 1990.				

Tabela 03: Composição Típica do Esgoto Bruto de algumas Atividades Econômicas



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### Ampliando...

#### VALORES DE DBO (5 dias, 20°C) PARA EFLUENTES:

**DOMÉSTICO  $\Rightarrow$  100 - 400mg DBO/L**

#### **INDUSTRIAL**

- Curtume  $\Rightarrow$  400 - 5.000
- Matadouro  $\Rightarrow$  800 - 5.000
- Laticínios  $\Rightarrow$  300 - 2.000
- Cervejaria  $\Rightarrow$  400 - 1.200
- Álcool 25000



**O esgoto de uma pessoa necessita de 54mgO<sub>2</sub>/dia para a decomposição da matéria orgânica.**





MINICURSOS CRQ-IV - 2009

TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

## ***Estabelecer o balanço qualitativo e quantitativo***

- **Utilização de matéria prima.**
- **Utilização de energia.**
- **Produtos acabados.**
- **Rejeitos gerados.**





## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

## *Definição das soluções...*

- Os balanços devem ser discutidos com um **ESPECIALISTA** de tratamento de efluentes industriais.



- Vai apostar na sua experiência e conhecimentos na concepção de unidades tratamento.
- Pode apresentar um plano global de modificação integrando as medidas internas que são originadas geralmente do simples fato de se ter estabelecido os referidos balanços.



## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

# EFLUENTES LÍQUIDOS

As tecnologias para tratamento dos efluentes líquidos, ou *águas residuais* (esgoto), que são as águas com alterações indesejáveis nas características, são classificadas em três grupos distintos de processo:

- **Processos biológicos.**
- **Processos físicos.**
- **Processos físico- químicos.**



Geralmente, esses grupos não atuam isoladamente e o processo mais adequado ao seu efluente será definido a partir de alguns itens, como:

- **As características do efluente a ser tratado.**
- **O atendimento às exigências legais.**
- **A área disponível.**
- **O custo envolvido.**





# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS



Fonte: RODRIGUES, 2001





# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

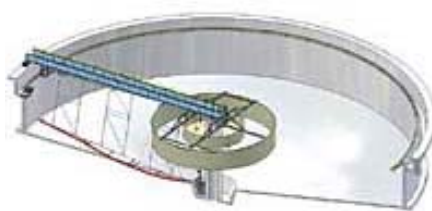
## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### Níveis do Tratamento dos Esgotos

**Tratamento  
preliminar**



**Tratamento  
primário**



**Tratamento  
secundário**



**Tratamento  
terciário ou  
pós-  
tratamento**



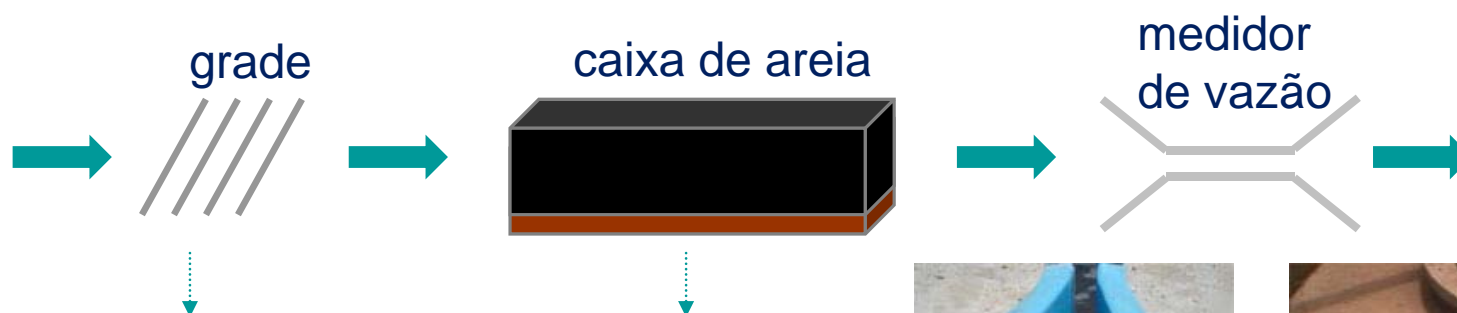


# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### I- Tratamento Preliminar

**Objetivo: remoção de sólidos grosseiros e areia**



Adaptado de VON SPERLING, 1996



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### Finalidades da remoção de sólidos grosseiros

- proteger as unidades subseqüentes.
- proteger as bombas e tubulações.
- proteger os corpos receptores.

#### Finalidades da remoção de areia

- evitar abrasão nas bombas e tubulações.
- evitar obstrução em tubulações.
- facilitar o transporte do líquido.





## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

**Peneiras:** são dispositivos destinados a retenção de partículas mais finas.

(Ex.: indústria de conservas de pescado, que as utiliza na separação de espinhas e escamas)

- A utilização de peneiras é imprescindível em tratamentos de efluentes de indústrias de refrigerantes, têxtil, pescado, abatedouros e frigoríficos, curtumes, cervejarias, sucos de frutas e outras indústrias de alimentos.
- As peneiras devem ser aplicadas também em outros efluentes que apresentem materiais grosseiros, tais como: fiapos; plásticos; resíduos de alimentos, etc.





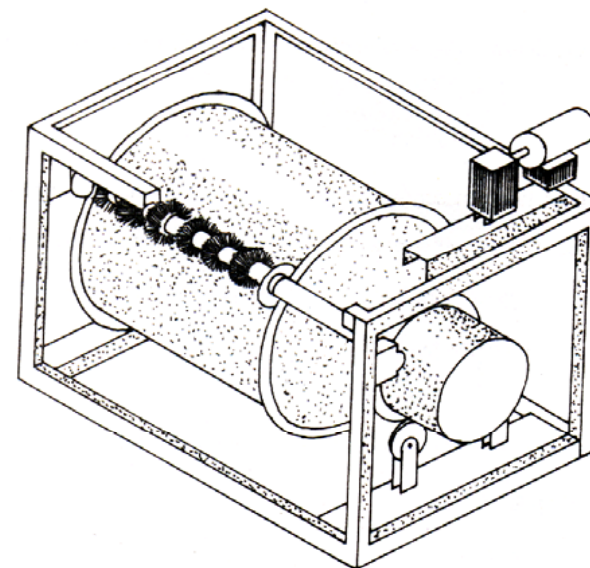
## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

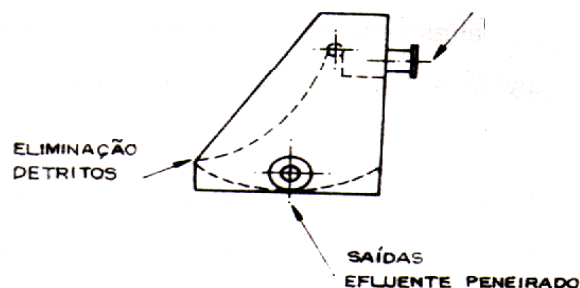
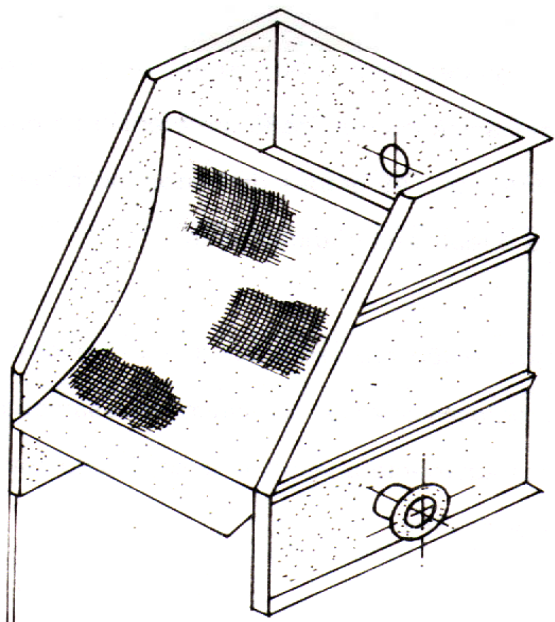
(Ex.: indústria de conservas de pescado, que utiliza na separação de espinhas e escamas)



**Peneira Rotativa**



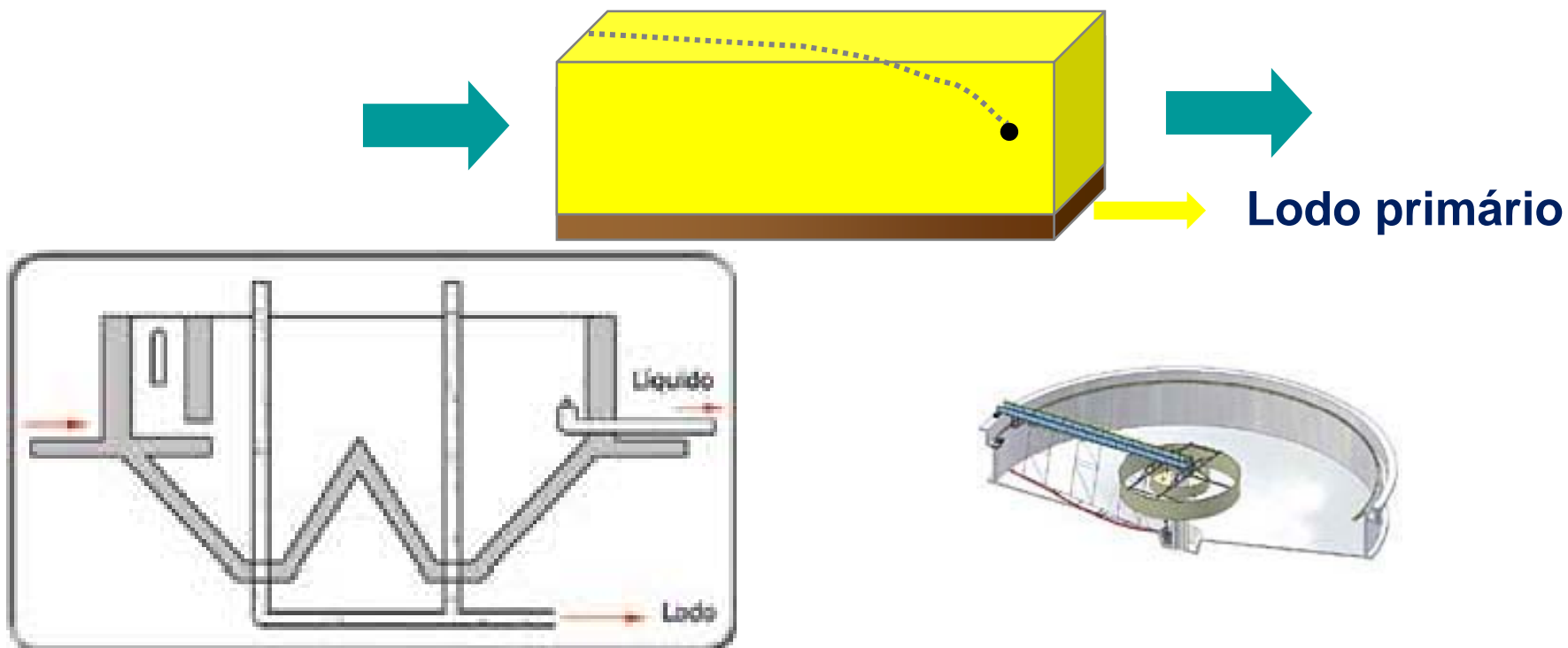
**Peneira Estática**





### II- Tratamento Primário

**Objetivo:** remoção de sólidos em suspensão sedimentáveis, materiais flutuantes (óleos e graxas) e parte da matéria orgânica em suspensão.





## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

## METODO FÍSICO

- \* **decantação** (usa a força gravitacional)
- \* **floculação** (agrupamento das partículas por colisão)
- \* **flotação** (usa o arraste dos particulados por pequenas partículas de ar formadas no volume do reator.)





# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS



Decantador primário de efluentes: recuperação das fibras perdidas nos processos de lavagem da polpa celulósica.

Os decantadores circulares podem ser de alimentação periférica ou ao centro. No caso de a alimentação ser ao centro, o efluente é introduzido num poço central, sendo removido pelo perímetro do tanque. No caso da alimentação periférica, o efluente é retirado pelo centro do tanque.

### Circular versus Retangular

O tanque circular tem, normalmente, a performance ótima.

Os tanques retangulares poderão ser mais adequados quando o espaço disponível é limitado. Além disso uma série de tanques retangulares seria mais barata de construir, devido ao conceito de parede partilhada.

### Sedimentador - Reator

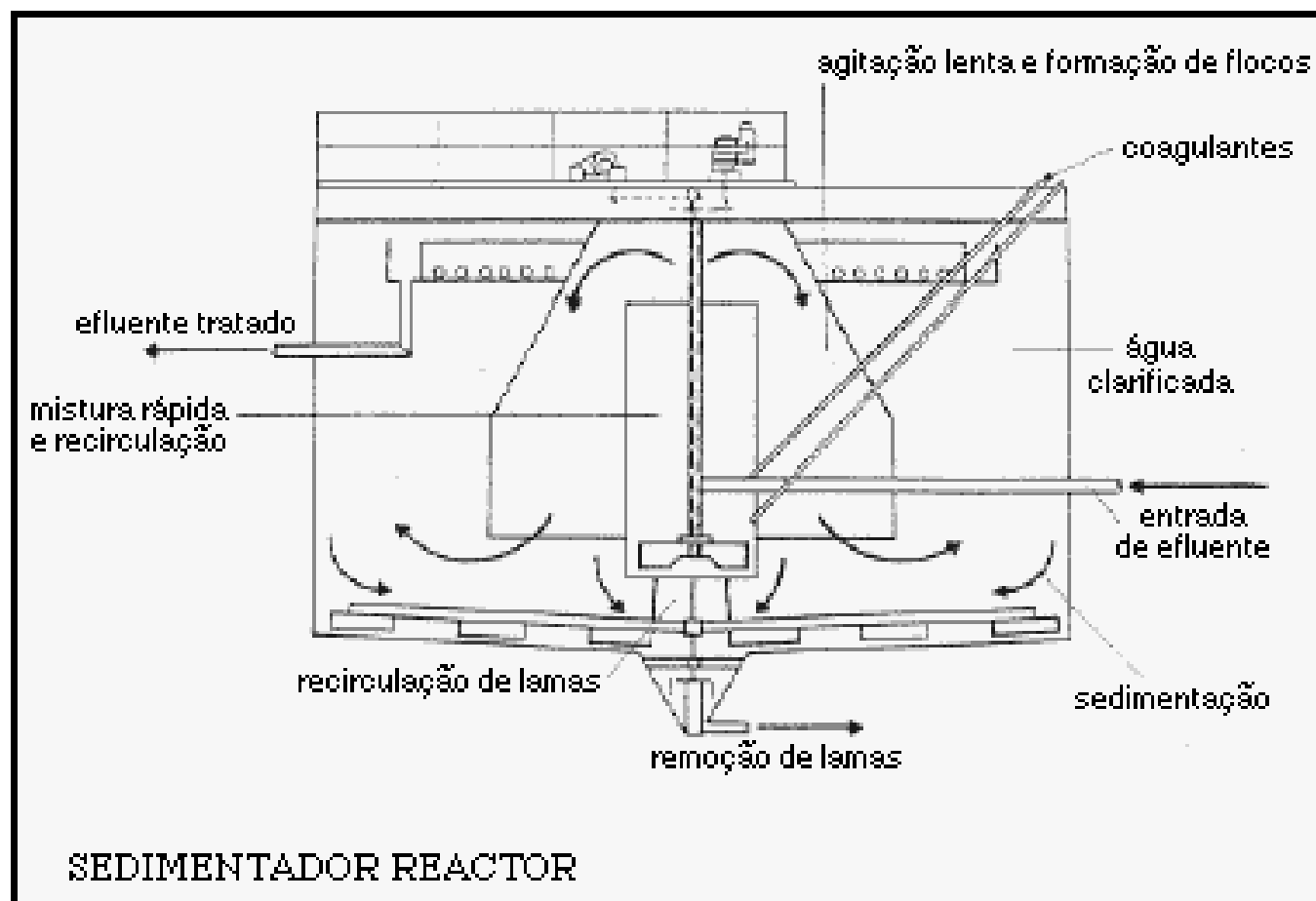
O sedimentador-reator é uma variação onde as funções coagulação, floculação e sedimentação são combinadas numa unidade de clarificação de alta eficiência. Esta combinação atinge as mais altas taxas de "overflow" e qualidade de efluente tratado de todos os projetos de decantadores.



## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

## SEDIMENTADOR/ REATOR







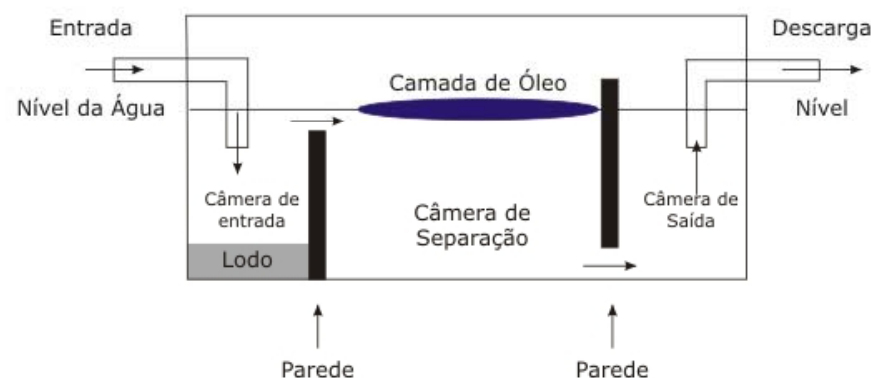
# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

Águas residuais ou efluentes, provenientes de indústria petroquímica, que trabalham com **separadores água – óleo** de alto rendimento tem seus projetos de dimensionamento prevendo um tempo mínimo de detenção hidráulica de 10 minutos. Alguns separadores água - óleo podem ser instalados ao nível do solo ou abaixo, enterrado.

### Aplicações:

O separador água - óleo pode ser usado em: aeroportos, instalações para lavagem e manutenção de veículos, ferrovias, instalações militares, estacionamentos e áreas de circulação intensa de veículos, áreas de manuseio e armazenamento de petróleo e similares.





## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

#### FLOTAÇÃO

É uma operação unitária usada para separar partículas sólidas ou líquidas de uma fase líquida.

A separação se dá pela **introdução de pequenas bolhas de gás** (usualmente ar) na fase líquida. As bolhas se ligam à matéria particulada e a força de empuxo das partículas associadas às bolhas de gás é grande o suficiente para fazer com que a partícula suba até a superfície do líquido. Assim, faz-se com que partículas mais densas que o líquido flutuem, e facilita a separação de partículas ou líquidos menos densos.



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### FLOTADORES COMPACTOS





## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

#### APLICAÇÃO DA FLOTAÇÃO

A flotação deve ser aplicada principalmente para sólidos com altos teores de óleos e graxas e/ou detergentes tais como os provenientes de indústrias petroquímicas, de pescado, frigoríficas e de lavanderias.

A flotação **não é aplicada** aos efluentes com óleos emulsionados, a não ser que os efluentes tenham sido coagulados previamente.

Além de ser um processo unitário utilizado no nível primário de tratamento, é aplicado também na etapa de espessamento de lodo.



**Amostra de indústria de margarina  
flotada em laboratório**



## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

No tratamento de águas residuais, a **flotação** é usada principalmente para remover material suspenso e para concentrar lodo biológico.

**Vantagem** da **flotação** sobre a **sedimentação**: partículas muito pequenas ou leves, que sedimentam lentamente, podem ser removidas completamente em um menor espaço de tempo. Uma vez que as partículas flutuem até a superfície, elas podem ser coletadas por uma operação de “**arraste**”.

A remoção do material flotado pode ser realizada por escoamento superficial como nos decantadores ou por raspagem superficial.







## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

## TIPOS DE FLOTADORES

**Ar dissolvido (FAD), a ar ejetado e a ar induzido.**

- ☐ Injeção de ar enquanto o líquido está sob pressão, seguida por descompressão (**Flotação por ar dissolvido**).
- ☐ Aeração à pressão atmosférica (**Flotação por ar**).
- ☐ Saturação com ar a pressão atmosférica, seguida pela aplicação de vácuo ao líquido (**Flotação a vácuo**).

**Em todos os sistemas, o grau de remoção pode ser aumentado pela adição de aditivos químicos.**



## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

## Aditivos Químicos

Produtos químicos são comumente usados para auxiliar o processo de **flotação**. A função destes produtos é, em grande parte, criar uma superfície ou uma estrutura que possa absorver ou capturar as bolhas de ar.

Produtos químicos inorgânicos, como **saís de alumínio e ferro e sílica ativada**, podem ser usadas para unir o material particulado e, assim, criar uma estrutura que facilmente capture as bolhas de ar.

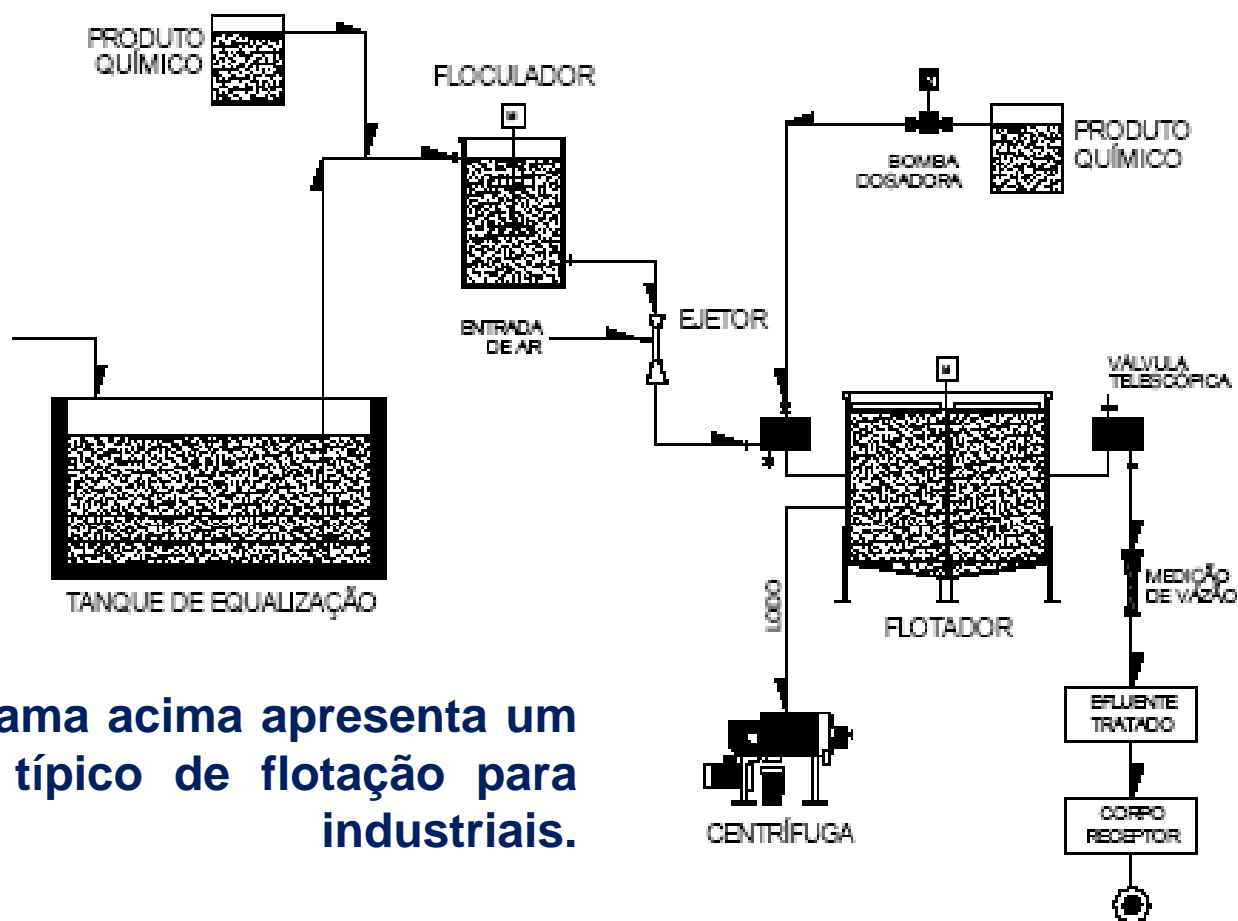
Muitos **polímeros orgânicos** podem ser usados para mudar a natureza tanto da **interface ar-líquido** como da interface **sólido-líquido**, ou de ambas.



## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

#### CLARIFICAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA (FLOTAÇÃO)

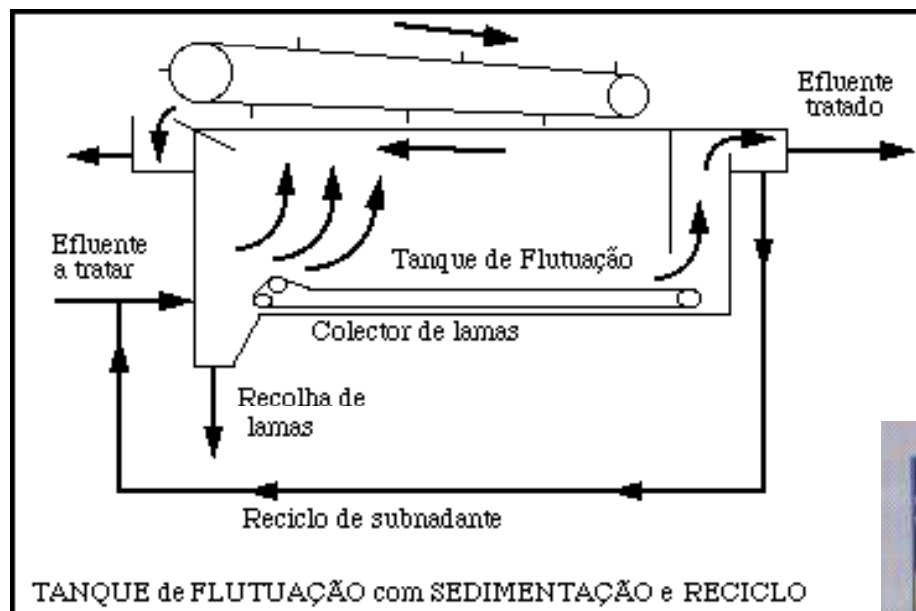


O fluxograma acima apresenta um esquema típico de flotação para efluentes industriais.



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS





## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

#### Defeitos construtivos ou de instalação dos flotadores

Defeitos	Consequências
Presença de bolhas grosseiras (ar não dissolvido).	Perturbação da camada de lodo flotado (escuma), causando a sua sedimentação.
Relação entre o ar dissolvido e os sólidos em suspensão não satisfeita.	Sedimentação e arraste de lodo.
Tempo de retenção reduzido ou turbulência na câmara de flotação	Arraste de lodo ou óleos.
Tempo de retenção excessivo na câmara de flotação	Sedimentação e arraste de lodo







## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

# Equalização

**Equalização:** variações tanto de vazão como em concentração das águas residuais levam ao comprometimento da eficiência dos processos preliminares.

Para que se obtenham condições ótimas de tratamento do efluente, é necessário que este seja tanto quanto possível constante, em termos quantitativos e qualitativos.



**TANQUE DE EQUALIZAÇÃO.**

Este dispositivo, proporciona uma série de vantagens para as próximas etapas tais como:



## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

- **Aumenta as características de tratabilidade da água.**
- **Melhora do tratamento biológico devido a eliminação ou diminuição dos efeitos causados por cargas bruscas de substâncias inibidoras e/ou estabilização do pH.**
- **Melhora a qualidade do efluente e o rendimento dos decantadores pois trabalha com cargas constantes de sólidos.**
- **No tratamento físico-químico ocorrerá um melhor controle na dosagem dos reagentes levando a viabilidade desta etapa.**

**OBS: o tanque de equalização deverá ter uma tamanho suficiente para compensar as variações de vazão e deve ser provido de mecanismos de mistura do líquido, que homogeneize as características físico-químicas do efluente e evite a deposição da matéria orgânica.**

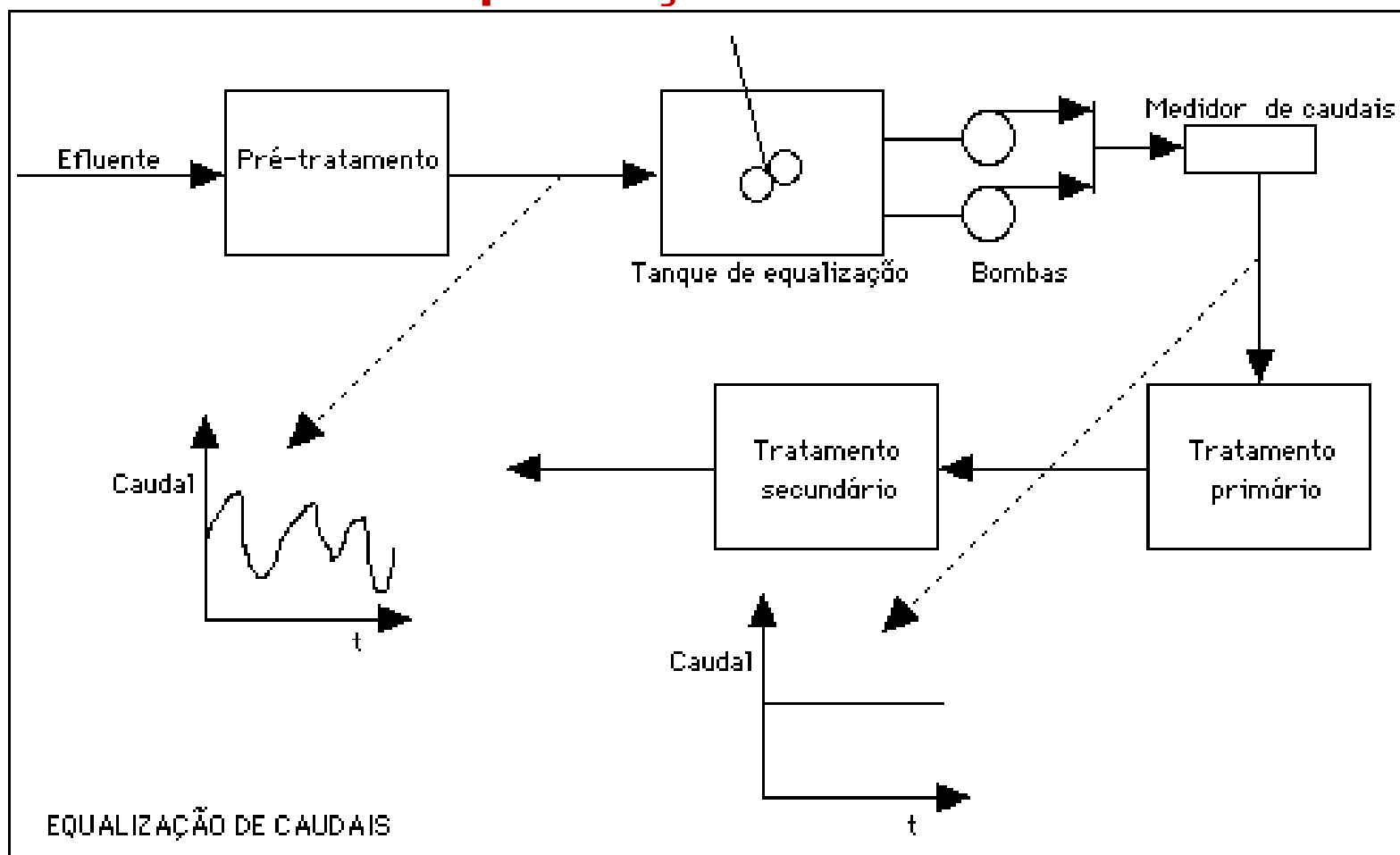
**Utilizam-se para isto: mixers, aeradores flutuantes e difusores de ar.**



## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

#### Equalização das vazões

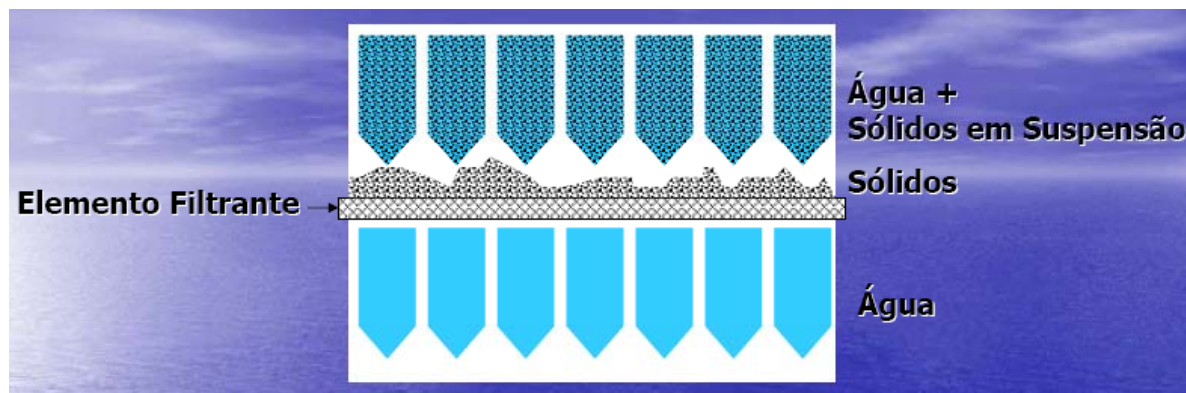




## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

## SEPARAÇÃO POR MEMBRANAS- FILTRAÇÃO

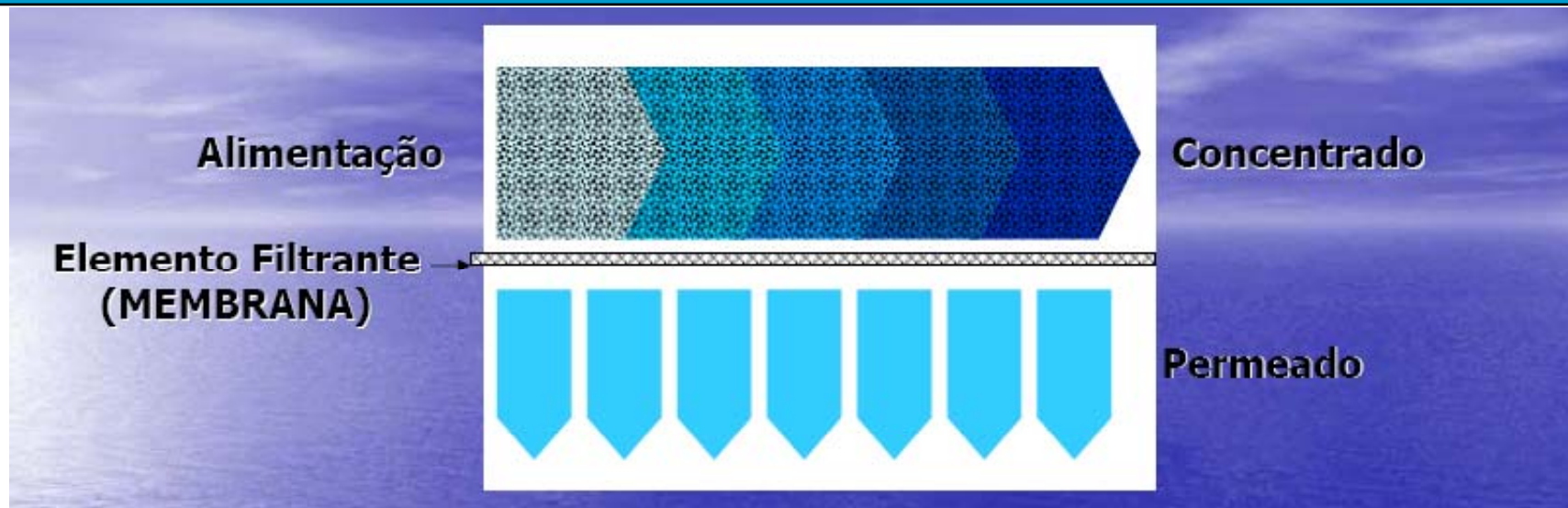


- ✗ Separação de um ou mais componentes de uma fase líquida ou gasosa baseada principalmente, na diferença de tamanho.
- ✗ Separação de partículas sólidas imiscíveis, em uma barreira porosa.
- ✗ Toda a corrente a ser tratada atravessa o meio poroso, deixando para trás os contaminantes.
- ✗ A força motriz que promove a separação é a pressão hidráulica.



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS



- Pode separar sólidos imiscíveis e solutos que se encontram dissolvidos;
- A membrana atua como uma barreira seletiva permitindo a passagem de determinados componentes enquanto impede a passagem de outros.
- O fluxo é, preferencialmente, tangencial à membrana.
- Nem todo o fluído que alimenta o sistema atravessa a membrana;
- Em alguns casos são as espécies que se deseja separar que atravessam a membrana.
- São produzidas duas correntes, o concentrado e o permeado ou purificado.





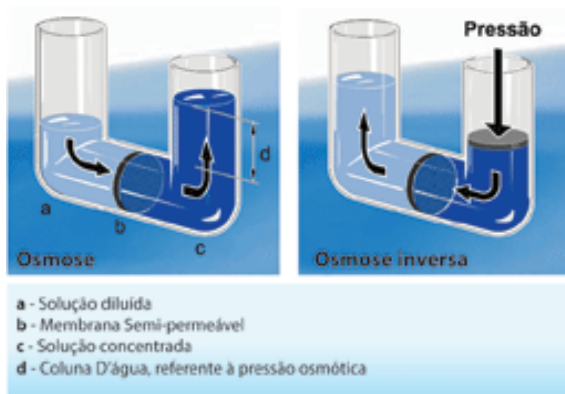
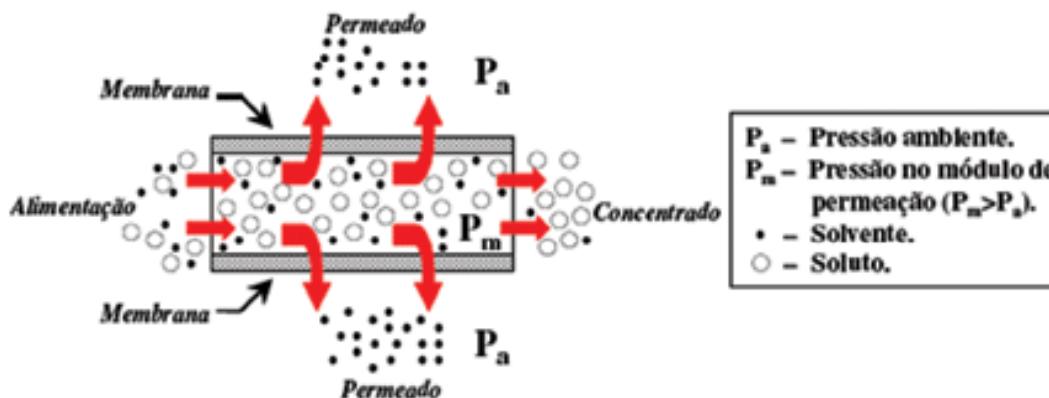
# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### Força Motriz

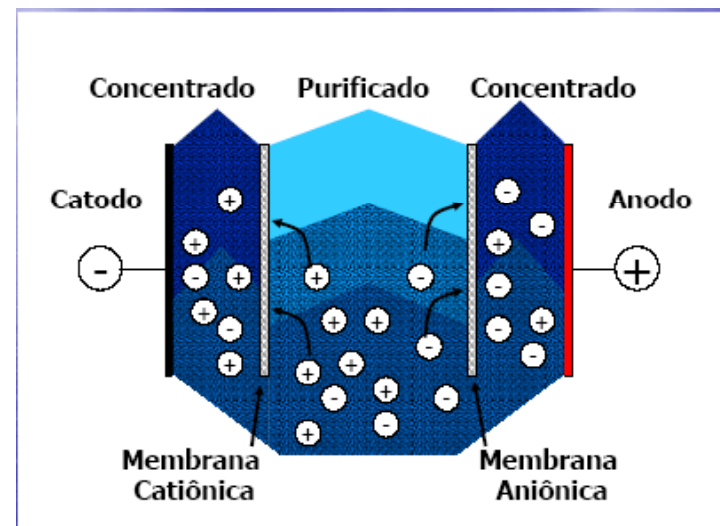
#### ✗ PRESSÃO HIDRÁULICA:

- Microfiltração (MF)
- Ultrafiltração (UF)
- Nanofiltração (NF)
- Osmose Reversa (OR)



#### ✗ DIFERENÇA DE POTENCIAL ELÉTRICO:

- Diálise
- Eletrodiálise Reversa





# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### MECANISMO DE SEPARAÇÃO



### TRÊS CLASSES PRINCIPAIS DE MEMBRANAS:

- ✗ Porosas -> MF, UF, NF e Diálise
- ✗ Não porosas ou densas -> OR e Pervaporação
- ✗ Eletricamente carregadas (Eletrodiálise) ou membranas de troca iônica.



Fibra oca ( $\varnothing < 0,5 \text{ mm}$ )



Capilar ( $0,5 < \varnothing < 5 \text{ mm}$ )



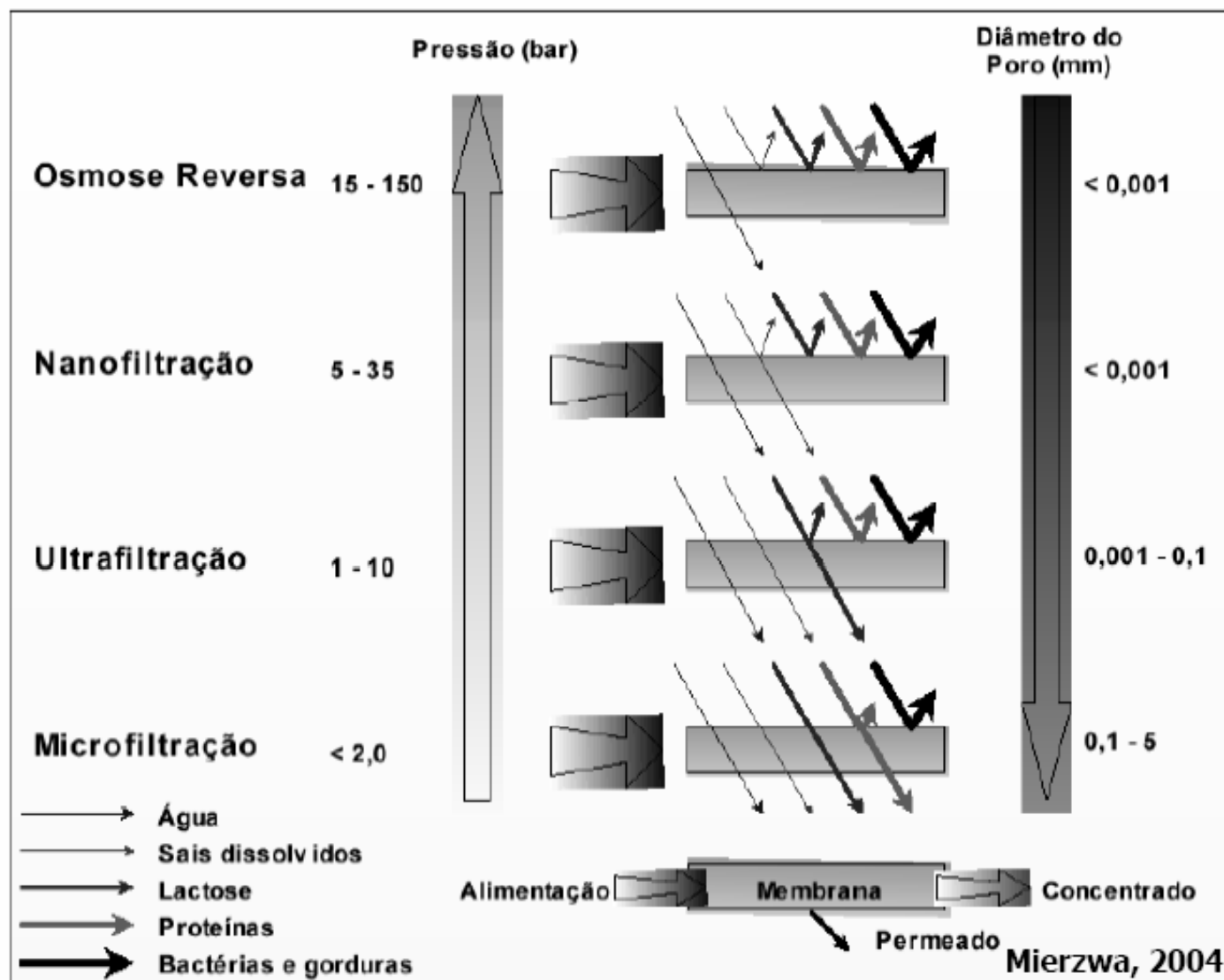
Tubular ( $\varnothing > 5 \text{ mm}$ )



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

Fonte: livro "Água na Indústria: Uso racional e reuso", J. C Mierwa. I. Hespagnol

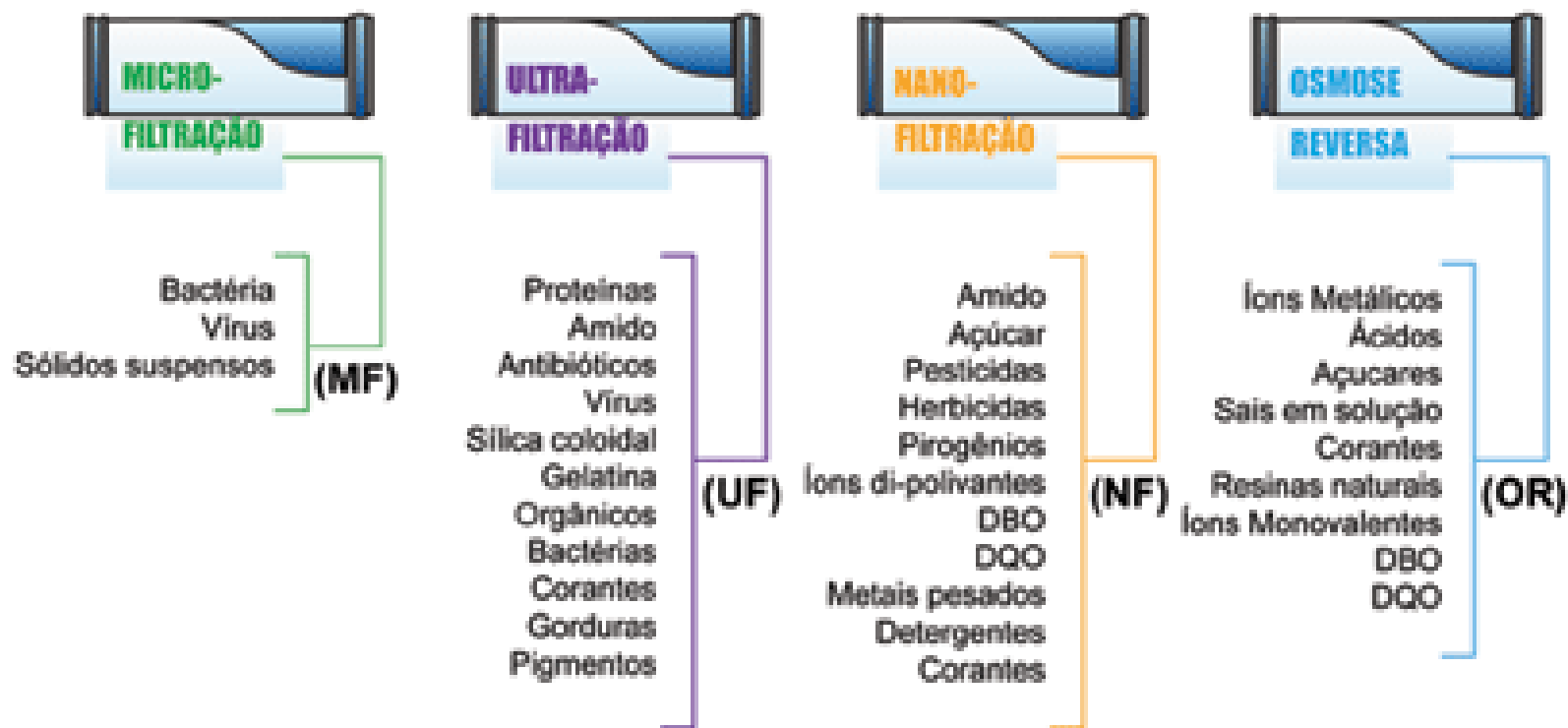




# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

**Existem 4 tipos de processos de separação por membranas em função do tamanho e do peso molecular das materiais.**





# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### APLICAÇÃO



#### ✓ **Indústria de Laticínios**

Concentrar proteínas no processo de fabricação do queijo.  
Remoção de Gordura.  
Clarificação de Salmoura.



#### ✓ **Indústria de alimentos e bebidas**

Concentração de leite;  
Clarificação de sucos, cerveja, vinho, vinagre; clarificação e concentração de gelatina.



#### ✓ **Tratamento de água**

Concentração de proteínas.  
Remover óleo emulsionado.



#### ✓ **Indústria Farmacêutica e Biológica**

Remover bactérias, sólidos entre outros.  
Clarificação e concentração de produtos fermentados.  
Fracionamento de produtos.  
Produção de enzimas, etc.





### MÉTODO BIOLÓGICO

### III- TRATAMENTO BIOLÓGICO

**Objetivo:** remoção de matéria orgânica dissolvida e da matéria orgânica em suspensão não removida no tratamento primário

Participação de microrganismos

Contato entre os microrganismos e o material orgânico contido no esgoto.

matéria orgânica + bactérias  $\rightarrow$   $H_2O$  +  $CO_2$  + mais bactérias

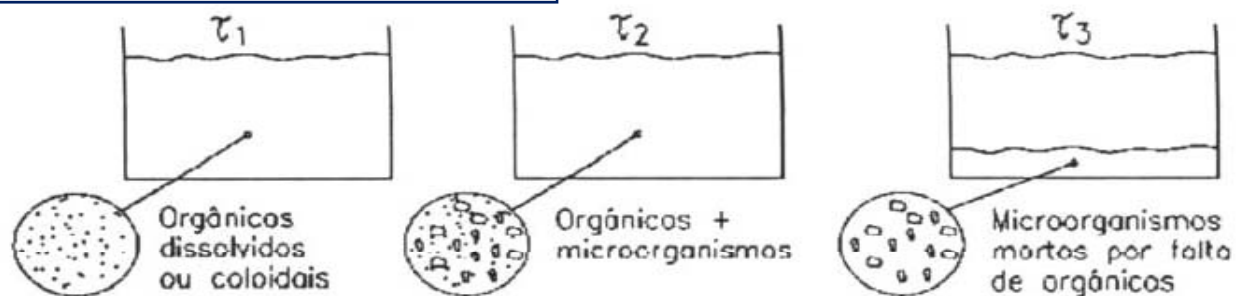


# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

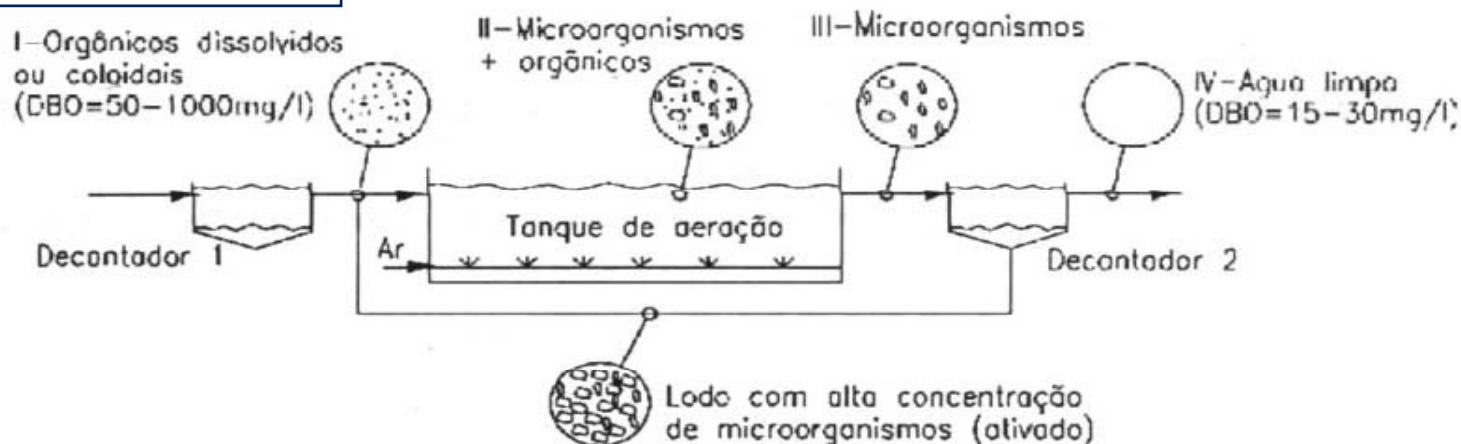
## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### Processo em Batelada x Contínuo

#### Processo em batelada



#### Processo contínuo





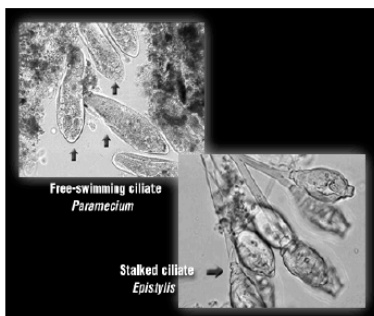
# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### TRATAMENTO BIOLÓGICO

**AERÓBIOS:** LODOS ATIVADOS, SISTEMAS DE LAGOAS E FILTROS BIOLÓGICOS

**ANAERÓBIOS:** REATORES ANAERÓBIOS



### QUANTO A FIXAÇÃO DE BIOMASSA

**LIVRE:** LODOS ATIVADOS, SISTEMAS DE LAGOAS E DIGESTÃO ANAERÓBIA

**FIXA:** FILTROS BIOLÓGICOS E DISCOS BIOLÓGICOS

### QUANTO AO OXIGÊNIO

**AERÓBIO**

**ANAERÓBIO**



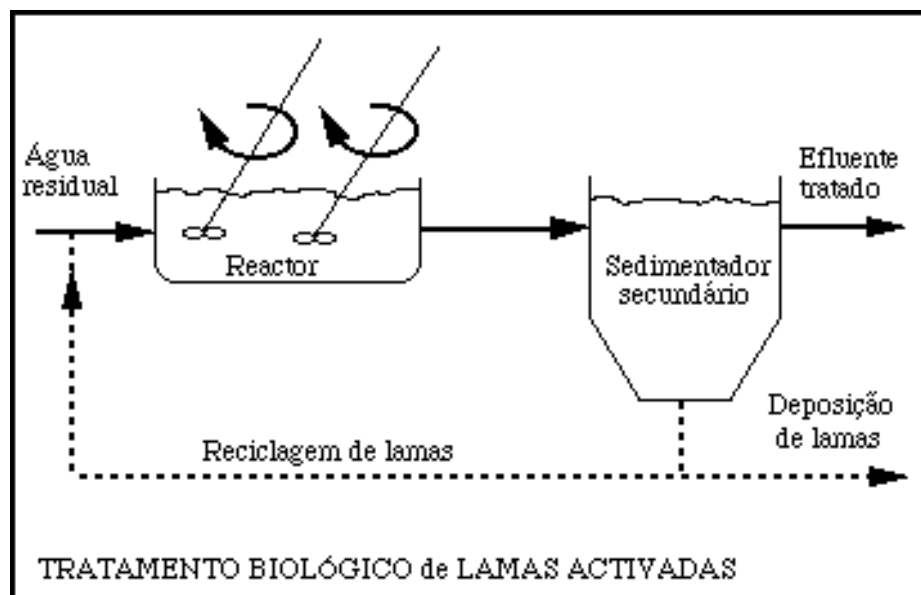
## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

#### A- Sistema de Lodo Ativado

O sistema de lodo ativado tem como princípio de funcionamento a degradação de matéria orgânica e a sua transformação numa suspensão “floculenta” que sedimente facilmente, permitindo o uso de processos gravitacionais para a sua remoção.

**Este sistema se compõe de :**

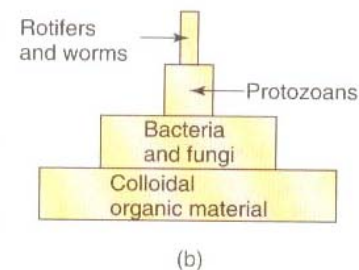
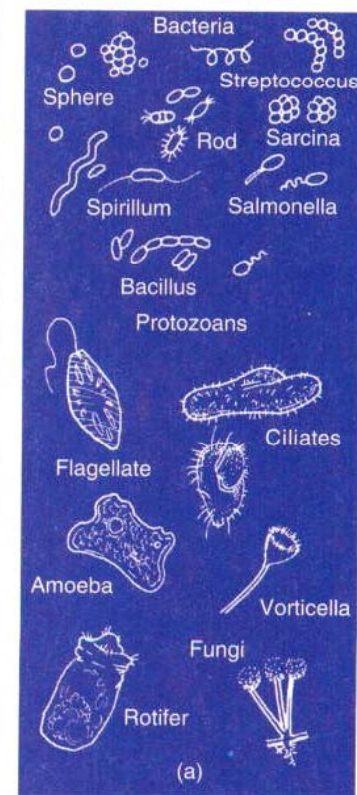




## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

**O sistema de lodos ativados possui uma população de microrganismos característica e composta frequentemente por bactérias, fungos, algas, protozoários e micrometazoários.**





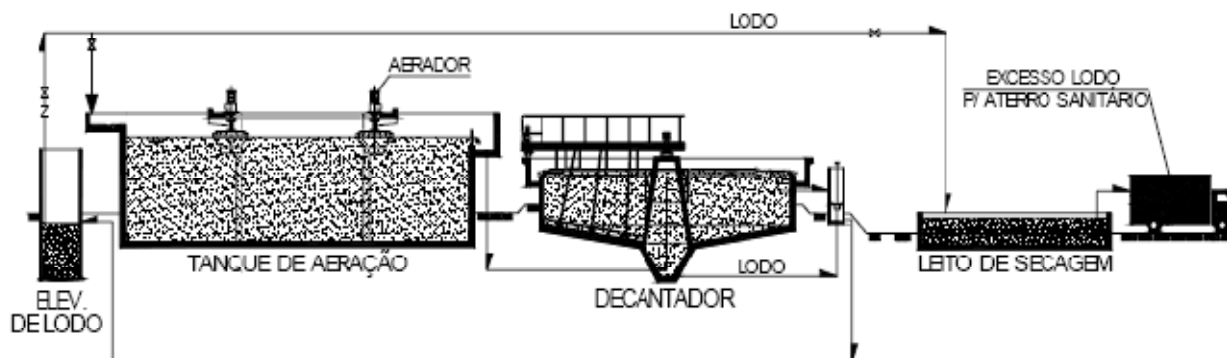


## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

**Biofloculação:** é governada pelo estado fisiológico das células, não sendo privilégio de apenas uma espécie.

- **Depuração biológica dos esgotos se realiza em duas fases :** uma parte dos poluentes orgânicos é oxidada para obtenção de energia, ao mesmo tempo que se forma nova matéria celular.
- **Floculação biológica:** as bactérias se aglomeram em flocos facilmente sedimentáveis- esta só é possível quando termina a fase de crescimento bacteriano e são excretados certos polímeros naturais. Estes tem comprimento suficiente para estabelecer pontes entre as bactérias.
- **composição do lodo:** substância básica gelatinosa na qual vivem bactérias e protozoários- **Relação entre C, N e P (5:1:0,15).**

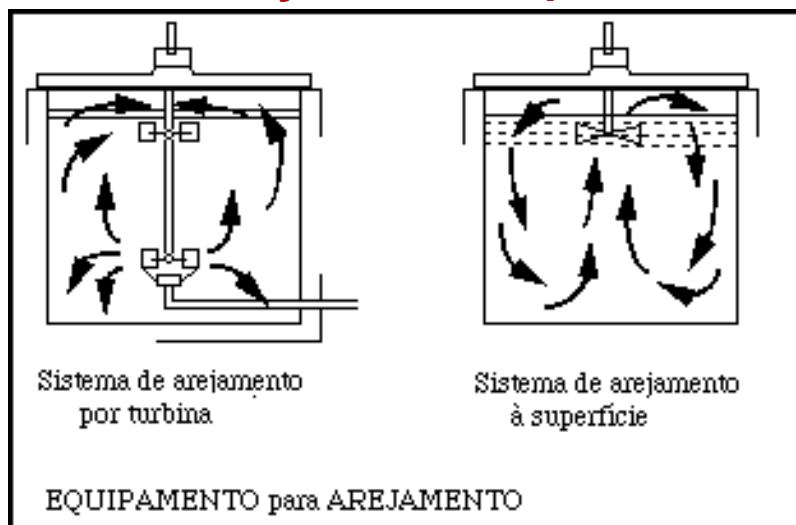




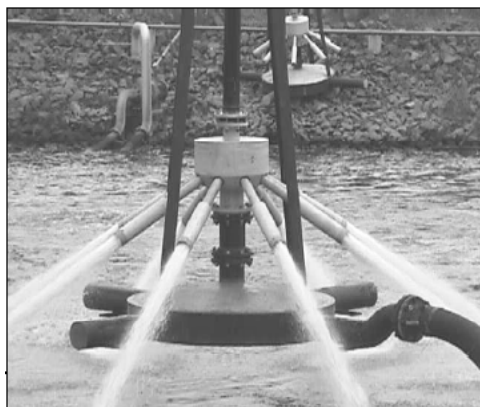
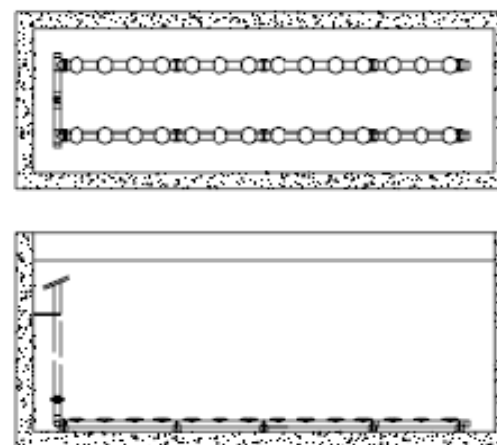
# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### **Coração da ETE por LODO ATIVADO: REATOR AERÓBIO!**



*TANQUE DE AERAÇÃO COM MALHA DIFUSORA*



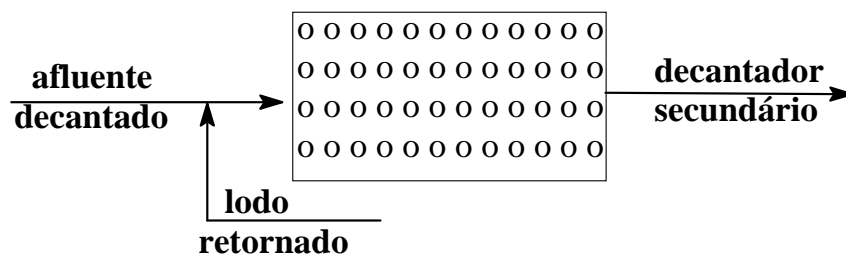


# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

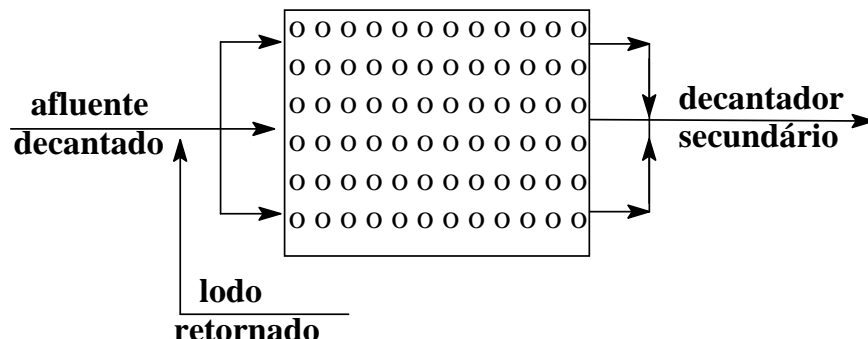
### VARIANTES

(A) Processo convencional, com fluxo em pistão



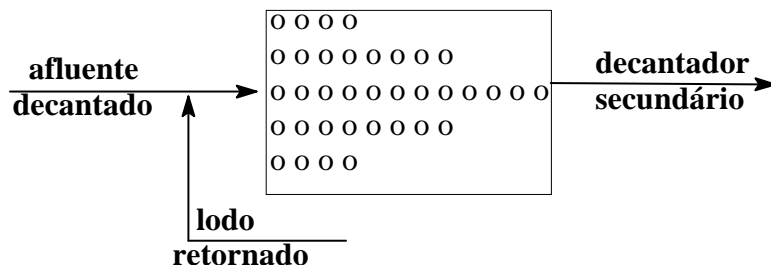
O escoamento se dá ao longo da câmara de aeração, e toda a vazão de esgoto mantém um sentido longitudinal de escoamento.

(B) Processo com mistura completa



O processo de mistura completa, a vazão do efluente alimenta o tanque diretamente sob os rotores de aeração.

(C) Aeração decrescente



O ar é introduzido em quantidade decrescente ao longo do tanque de aeração.

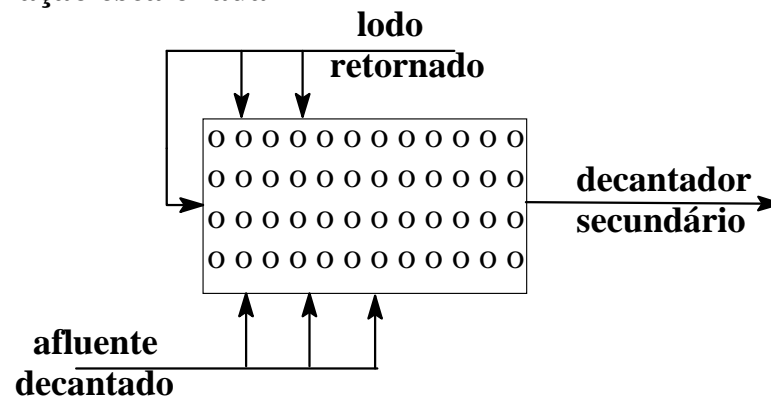


# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

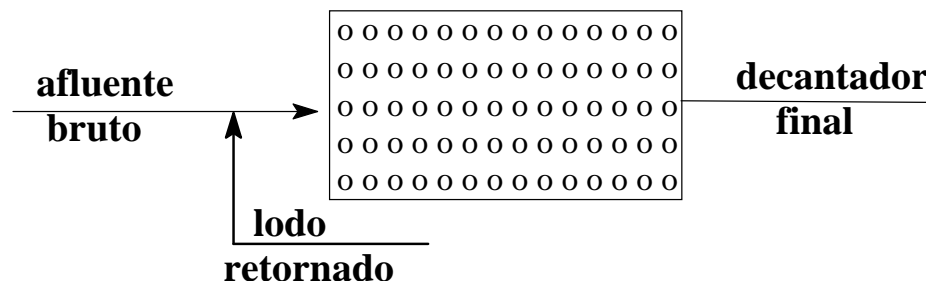
### VARIANTES

#### (D) Aeração escalonada



O esgoto é introduzido gradualmente ao longo do tanque de aeração.

#### (E) Aeração prolongada



A vazão do afluente alimenta diretamente o tanque de aeração, sem a passagem do mesmo pelo decantador primário.



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### Monitoramento do Processo de Lodos Ativados

- **Controle operacional**

- \* medidas de vazão
- \* tanque de aeração:      concentração de sólidos  
   carga mássica (F/M)  
   idade do lodo ( $\theta$ )

- **Controle analítico:**

- \* sedimentabilidade por 30min;
- \* índice volumétrico de lodo
- \* oxigênio dissolvido;
- \* pH;
- \* sólidos em suspensão no tanque de aeração;
- \* microbiologia do lodo.





# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS



### Bulking

#### **Floco não filamentoso**

Elevadas taxas específicas de crescimento e baixa afinidade para o substrato.



#### **Floco filamentoso**

Reduzidas taxas específicas de crescimento, mas elevada afinidade para o substrato – vivem bem em baixas concentrações de substrato.

**Este problema é causado por desnitrificação – redução de nitratos a amônia, que fica preso nos filamentos promovendo a flutuação.**



## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

## B- Lagoas de estabilização- WSP

lagoas facultativas

lagoa aerada facultativa

lagoas aeradas de mistura completa

sistema australiano (lagoa anaeróbia - lagoa facultativa)

lagoas de polimento / maturação

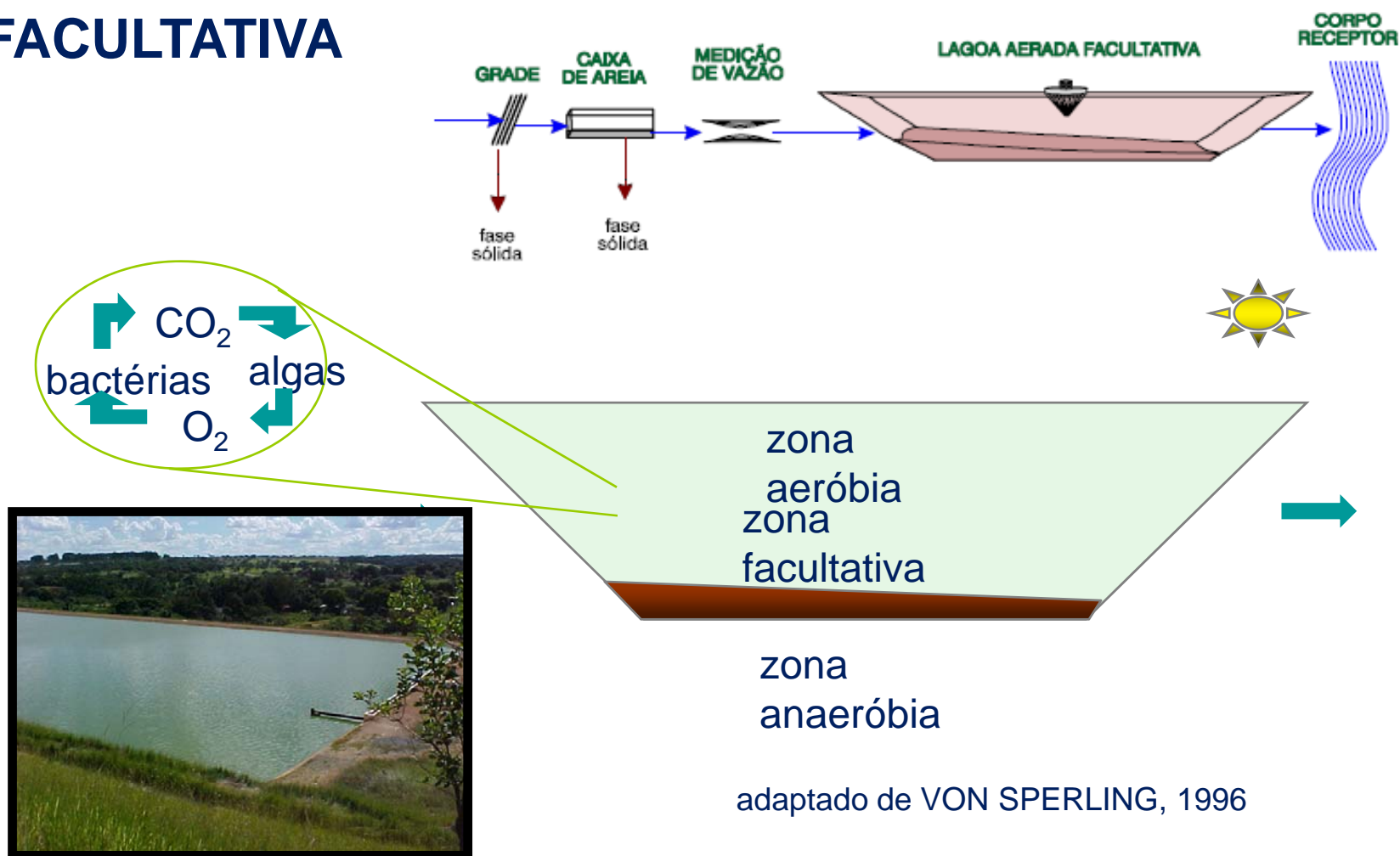




# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### LAGOA FACULTATIVA



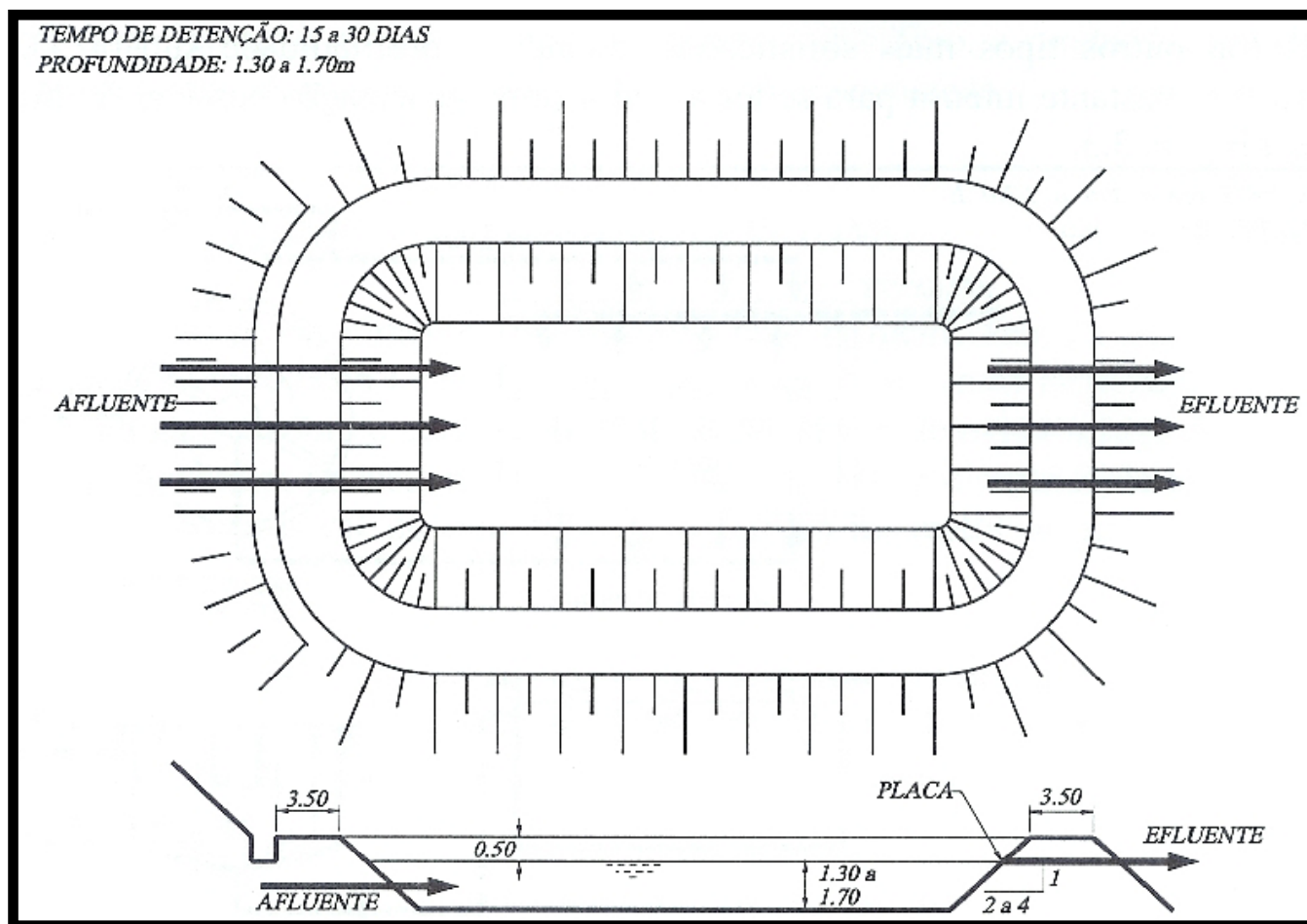
adaptado de VON SPERLING, 1996



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### CARACTERÍSTICAS



Efluente de cor verde com elevado teor de O.D. e sólidos em suspensão (algas).

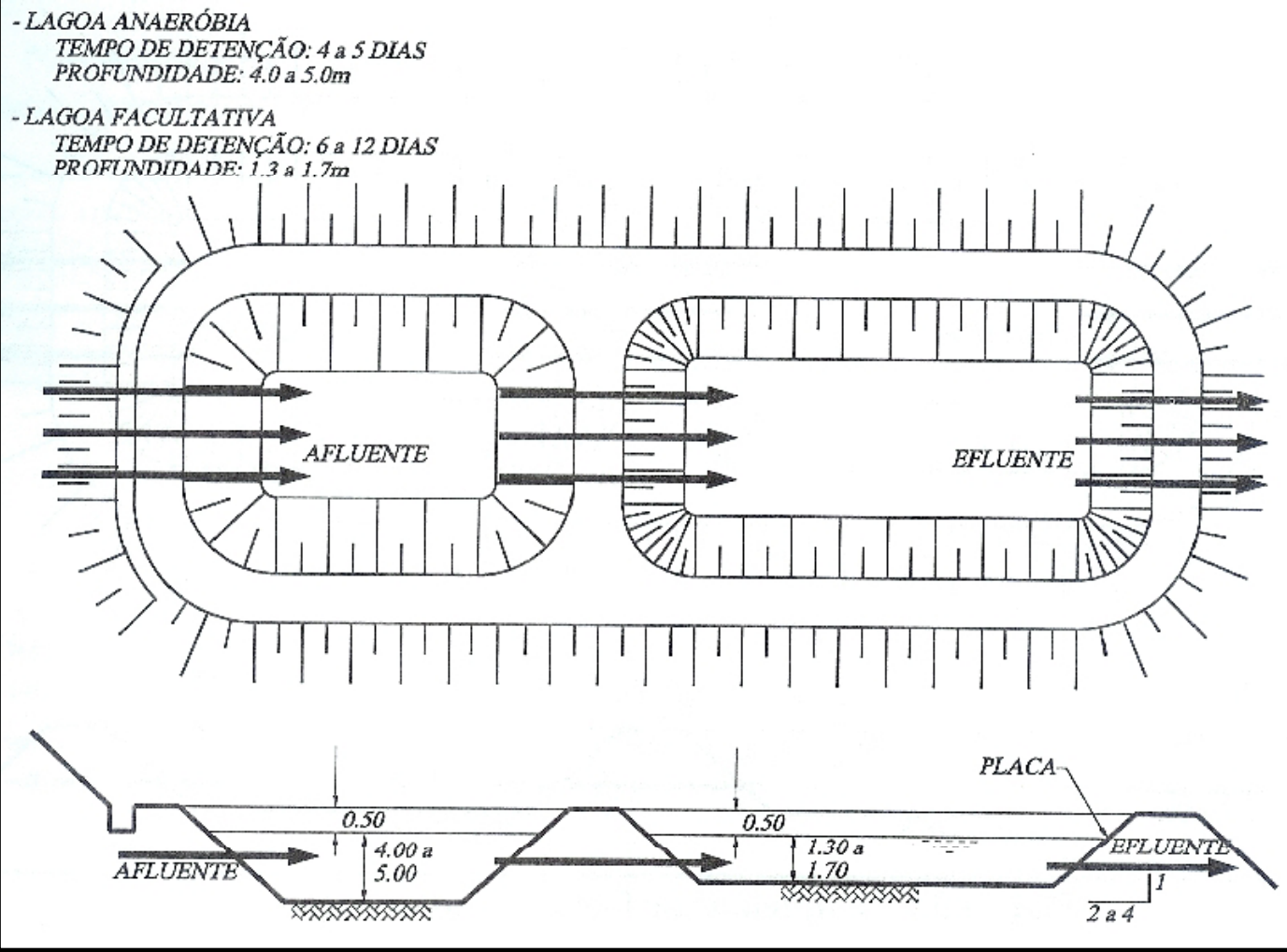




# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### SISTEMA AUSTRALIANO





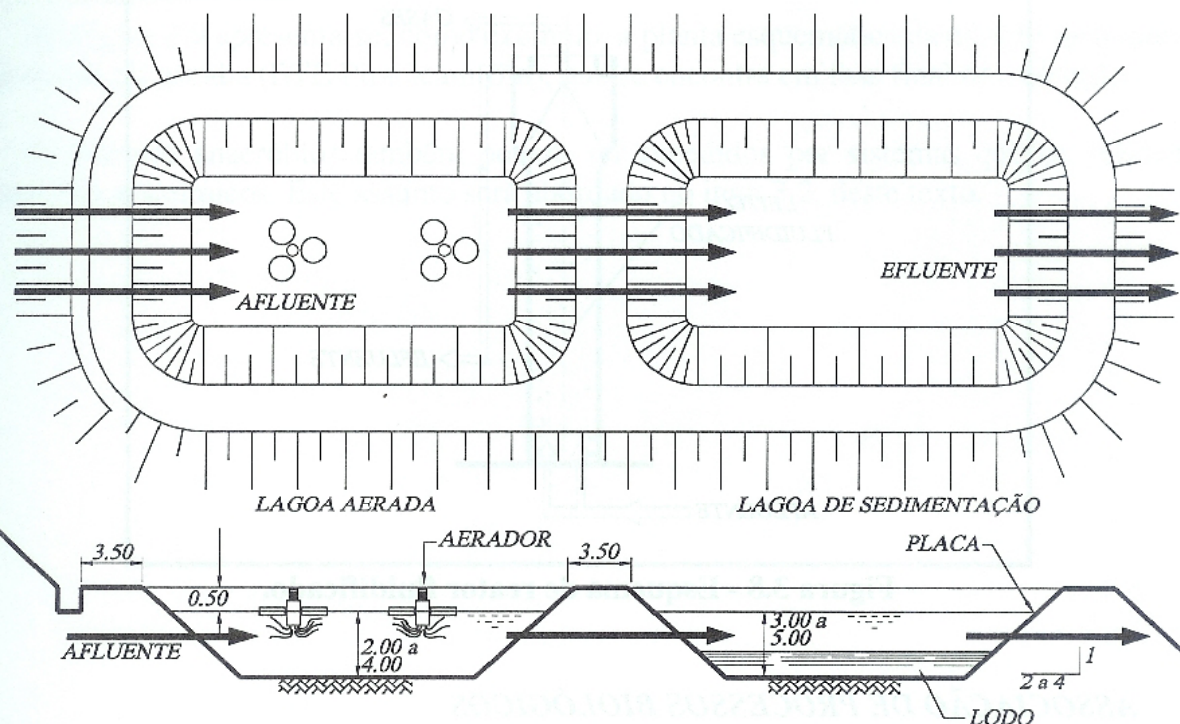
# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### LAGOAS AERADA + LAGOA DE SEDIMENTAÇÃO DE LODO

- LAGOA AERADA  
TEMPO DE DETENÇÃO: 24 a 100 h  
PROFUNDIDADE: 2.0 a 4.0m

- LAGOA DE SEDIMENTAÇÃO  
REMOÇÃO DE LODO: 2 a 4 ANOS  
PROFUNDIDADE: 3.0 a 5.0m



- **Manutenção dos sólidos em suspensão.**
- **Remoção de lodo 2 a 5 anos**
- **Menor área dentre os sistemas de lagoas.**
- **Sem recirculação de sólidos**
- **SS no interior de 20 a 30 vezes menor que no sistema de lodos ativados.**
- **Uso de placas na zona de clarificação para aumento de eficiência na remoção de sólidos.**





# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

- **Problemas:**

- **Projetos ruins**
- **Construções precárias**
- **Lagoa sem operação**



***Lagoa facultativa – Novo Gama - GO***



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

Sistema de tratamento	Eficiência na remoção de DBO (%)
Tratamento primário	35 – 40
Lagoa facultativa	70 – 85
Lagoa anaeróbia-lagoa facultativa	70 – 90
Lagoa aerada facultativa	70 – 90
Lagoa aerada de mistura completa-lagoa de decantação	70 – 90
Lodos ativados convencional	85 – 93
Aeração prolongada	93 – 98
Filtro biológico (baixa carga)	85 – 93
Filtro biológico (alta carga)	80 – 90
Biodisco	85 – 93
Reator anaeróbio de manta de lodo	60 – 80
Fossa séptica-filtro anaeróbio	70 – 90
Infiltração lenta no solo	94 – 99
Infiltração rápida no solo	86 – 98
Infiltração subsuperficial no solo	90 – 98
Escoamento superficial no solo	85 – 95
Obs: reator anaeróbio + pós-tratamento: a eficiência global do sistema de tratamento é equivalente à de uma ETE, em que o processo utilizado para o pós-tratamento estivesse tratando esgotos brutos (valores da tabela)	



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### C- SISTEMAS ANAERÓBIOS

- Tanque séptico
- Reator aeróbio de manta de lodo (reator UASB)
- Filtro anaeróbio





# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### **Reator UASB (upflow anaerobic sludge blanket)**

- Biomassa cresce dispersa – formação de grânulos de bactérias que servem como meio suporte
- Concentração de biomassa elevada – manta de lodo
- Formação de  $\text{CH}_4$  (metano) e  $\text{CO}_2$
- Biogás – metano - queima ou reaproveitamento
- Baixa produção de lodo – já estabilizados – leitos de secagem
- Não há necessidade de decantação primária

### **CARACTERÍSTICAS**

- Baixíssimos requisitos de área: 0,05 a 0,10  $\text{m}^2/\text{hab.}$
- Custos de implantação: 30,00 a 40,00 R\$/hab.
- Custos operacionais: 1,50 a 2,00 R\$/hab x ano
- Apesar das grandes vantagens, encontram dificuldades em produzir efluentes que se enquadrem aos padrões ambientais
  - **Necessidade de pós-tratamento!!!!!!**

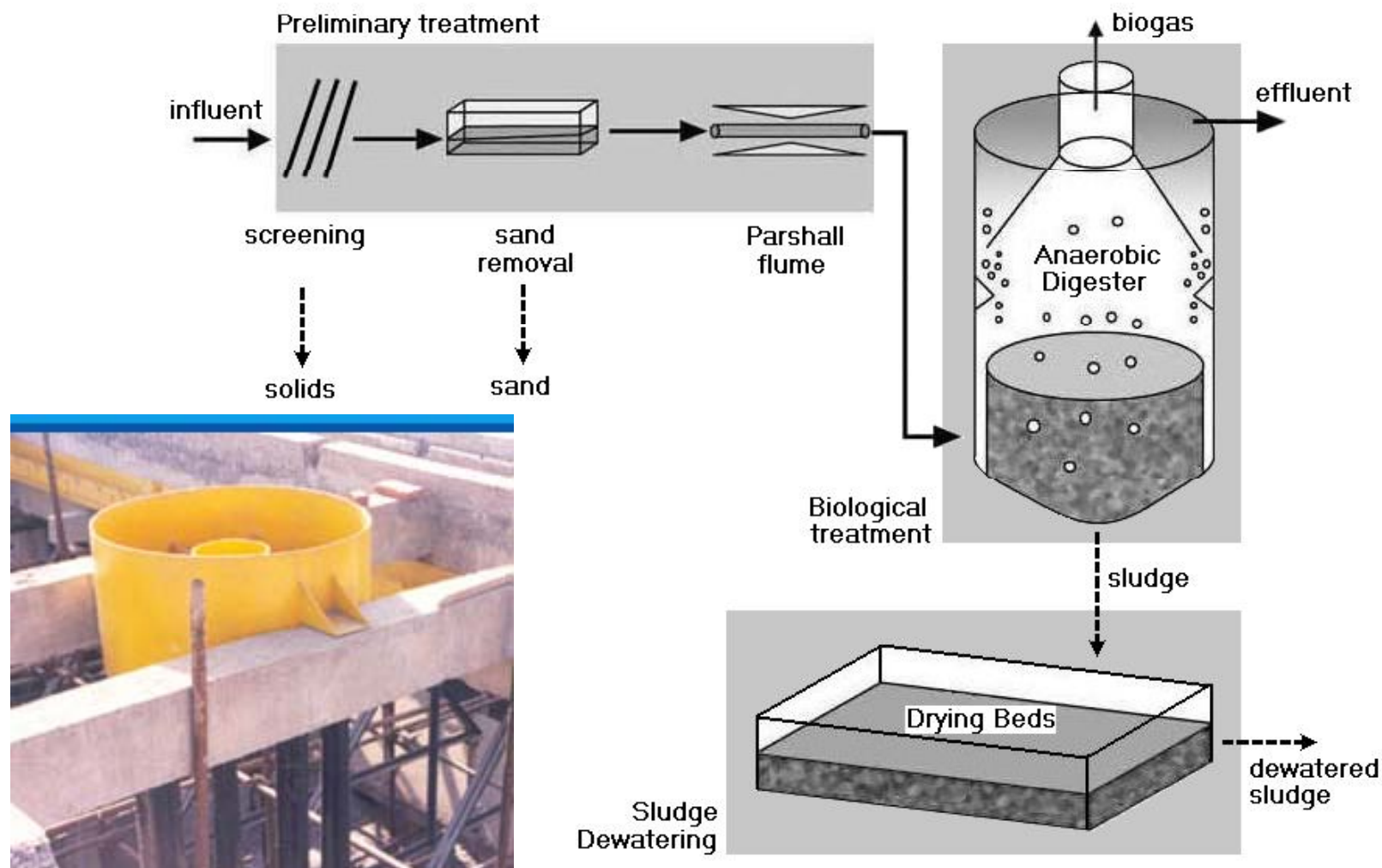




# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

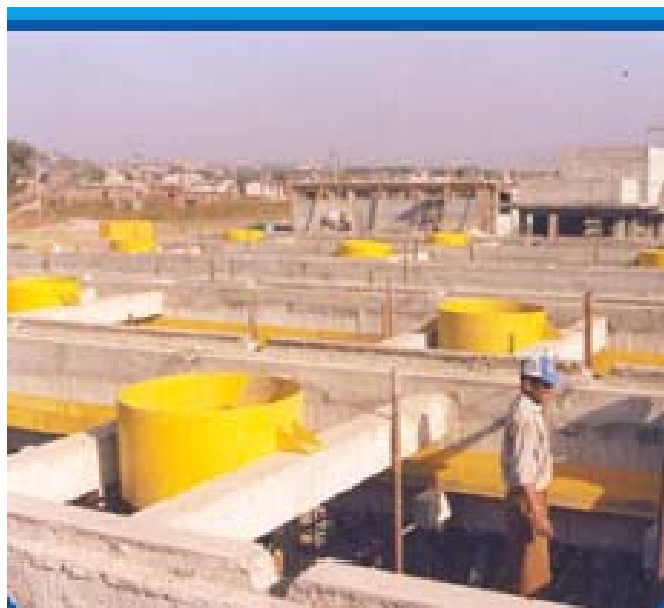
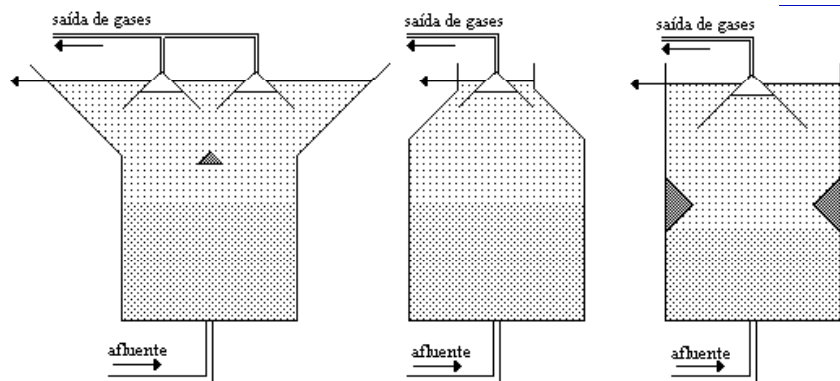
### ***REATORES UASB: Esquema de funcionamento***



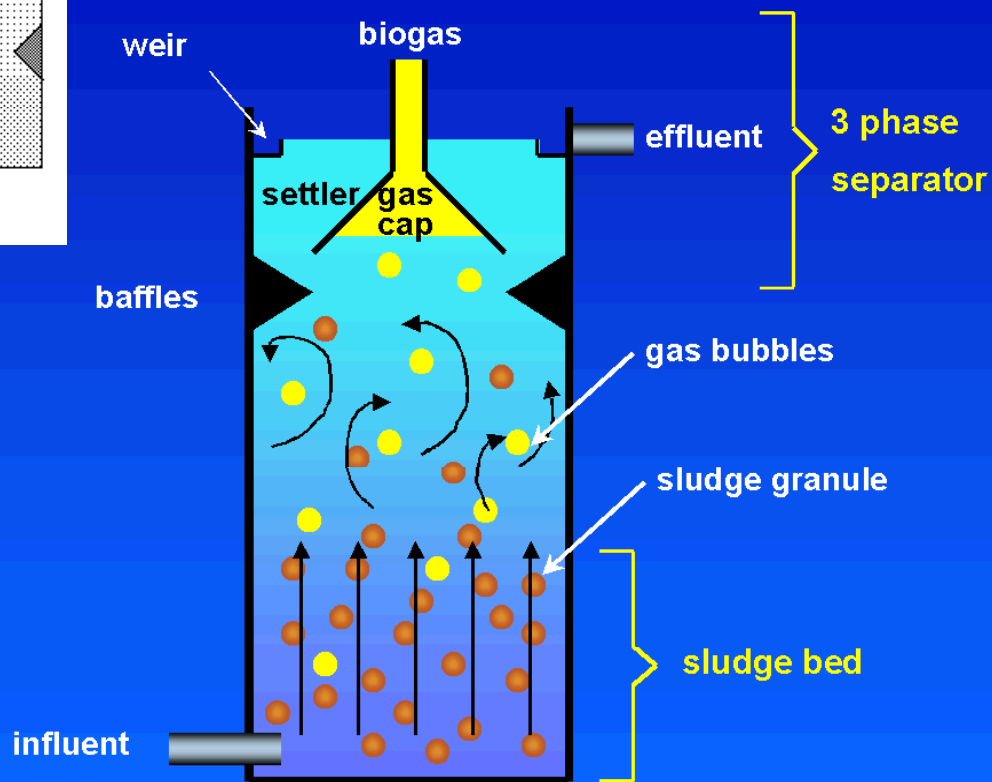


# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS



### Upward-flow Anaerobic Sludge Blanket







## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

## MÉTODO QUÍMICO

## PRECIPITAÇÃO QUÍMICA

**Alterar o equilíbrio iônico de um composto metálico para produzir um precipitado insolúvel.**

**Aplicação: REMOVER ÍONS METÁLICOS COMO OS DE CÁLCIO E MAGNÉSIO; ÂNIONS FOSFATOS; METAIS PESADOS.**

**•Precipitação de Metais Pesados-** soluções residuais podem ser tratadas com hidróxidos de sódio ou cálcio, para converte-los em compostos insolúveis em água, ou ainda tratá-los com sulfeto de sódio, tiouréia ou tiocarbonatos para precipitá-los como sulfetos.



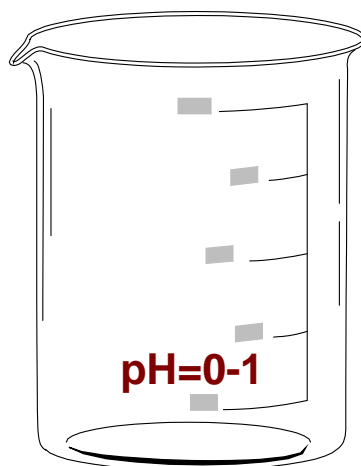
# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### I- Solução de $Zn^{+2}$ e $Cu^{+2}$

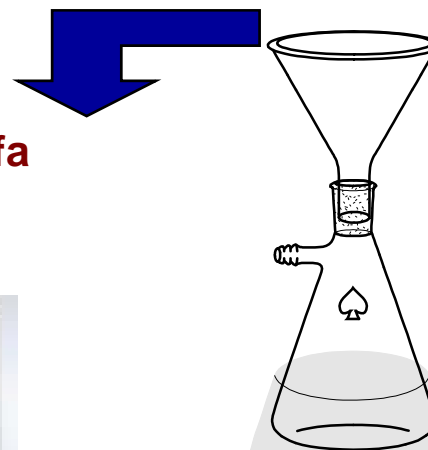
Solução de  $Zn^{+2}$  e  $Cu^{+2}$   
Solução aquosa  
azulada com  
pH próximo a 1.

II- Adição lenta de  $Na_2S$  a 5%  
até precipitação completa de  $CuS$



III- filtração à vácuo

IV- secagem em estufa  
À  $130^{\circ}C$ - 2h



Filtrado contendo  $Zn^{+2}$

160g de  $CuS$  por litro de resíduo  
Tratado.



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

Filtrado contendo  $\text{Zn}^{+2}$

I- concentrado em banho-maria

II- adição de NaOH 50%

III- adição de  $\text{Na}_2\text{S}$  à quente

IV- filtração à vácuo

IV- secagem em estufa À  $130^\circ\text{C}$ - 2h

Filtrado contendo excesso de  $\text{S}^{-2}$   
Deve ser inertizado por adição de NaClO (Estudo de Halogênios) ou de solução de  $\text{H}_2\text{O}_2$  (Estudo do oxigênio)

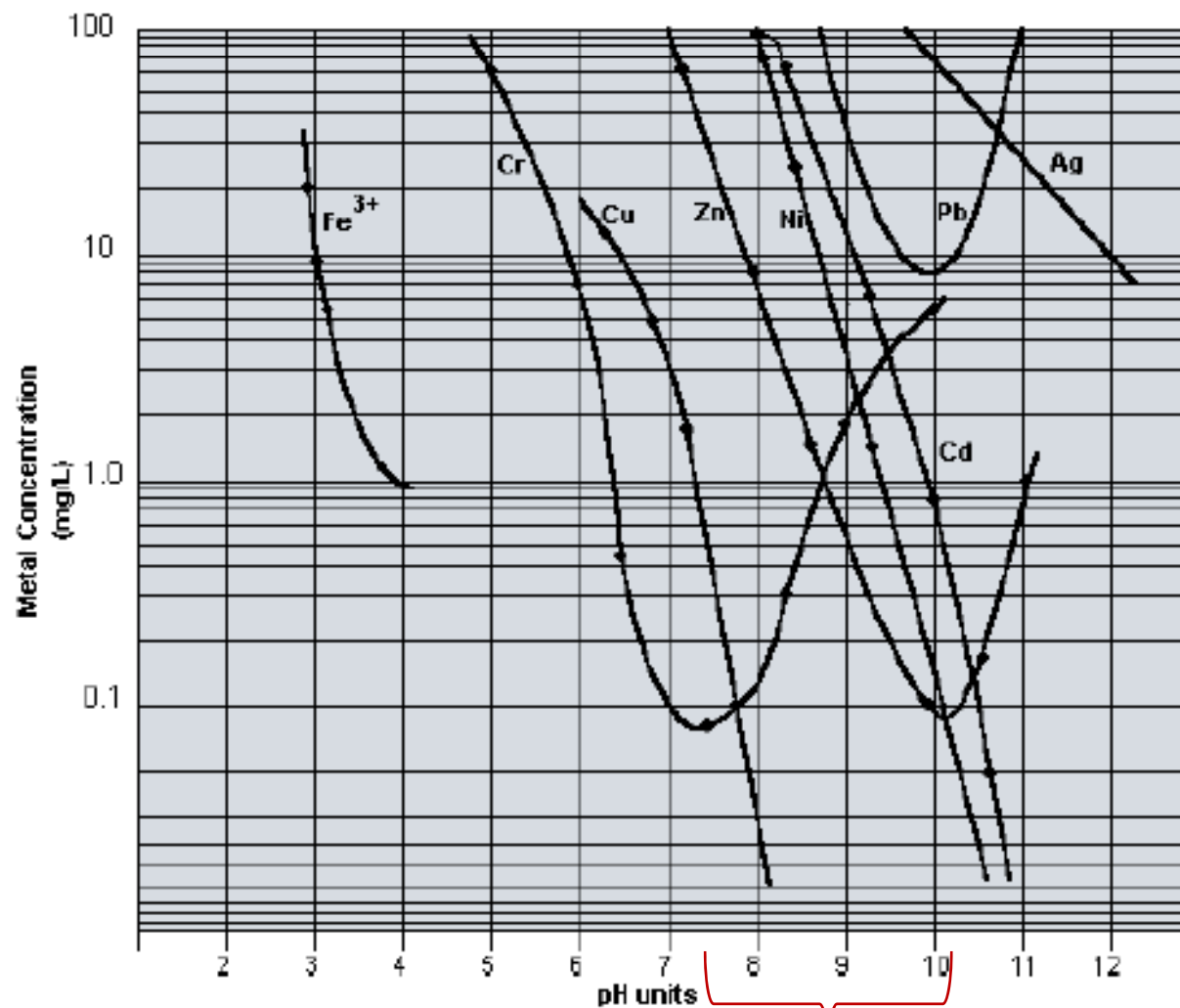
**Produto,  $\text{ZnS}$ , para ser usado como insumo em práticas de outras disciplinas.**



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### Diagrama de Solubilidade de Hidróxidos de Metais X pH





# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### Neutralização de Resíduos Ácidos

Métodos de neutralização de resíduos ácidos incluem:

- ✗ Adição de quantidades apropriadas de bases fracas ou fortes ao resíduo.
- ✗ Passagem do efluente ácido através de leitos de calcário.
- ✗ Mistura do resíduo ácido com cal ou lama de cal dolomítica.
- ✗ Mistura do resíduo ácido com um resíduo básico compatível.

Agentes cáusticos tipicamente usados para neutralizar os resíduos ácidos são:

- ✗ **NaOH (soda cáustica),  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , Amônia e vários tipos de cal.**
- ✗ A escolha do agente neutralizante requer a consideração de aspectos operacionais e econômicos.

### Neutralização de Resíduos Básicos

Métodos de neutralização de resíduos básicos incluem:

- ✗ Adição de quantidades apropriadas de **ácidos fortes** ou **fracos** ao resíduo.
- ✗ Adição de  **$\text{CO}_2$**  comprimido ao resíduo.
- ✗ Mistura do resíduo ácido com um resíduo básico compatível.

O método mais comum de neutralização de resíduos alcalinos é pela adição de **ácidos minerais**.

Os dois ácidos mais comuns são o **ácido sulfúrico** e **ácido clorídrico**.

O  $\text{H}_2\text{SO}_4$  é mais usado por ter um **custo menor**.

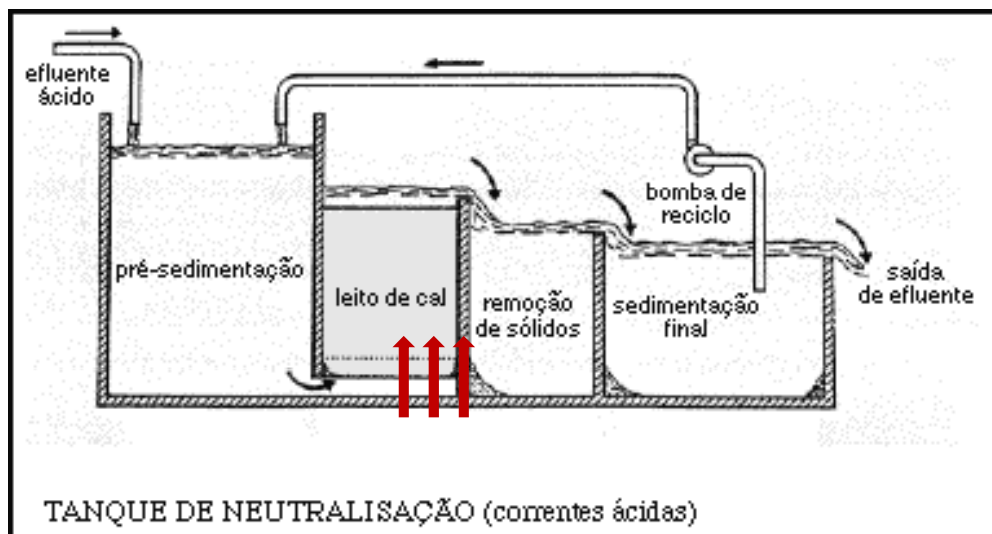
**Tempos de residência de 15 a 30 min. são recomendados para o uso de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .**



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### Sistema com fluxo ascendente



O CO<sub>2</sub> emprega-se em diferentes setores do mercado, entre os quais destacamos os seguintes:

- ✗ Instalações de engarrafamento.
- ✗ Indústrias de detergentes e lixívia.
- ✗ Indústria têxtil e tinturaria.
- ✗ Indústria do papel.
- ✗ Indústria química e petroquímica.
- ✗ Remineralização de águas potáveis.





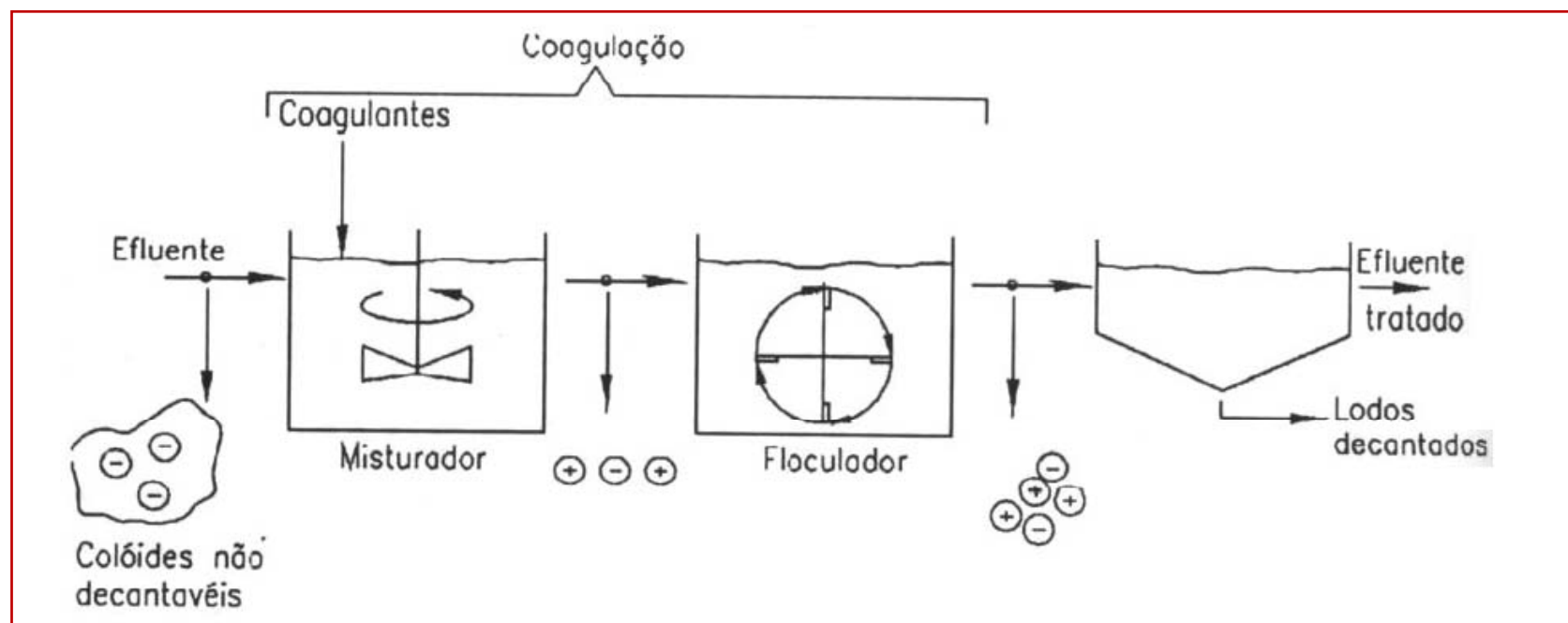


## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

# COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO

**Princípio:** desestabilização das partículas coloidais ( $0,1 - 1 \mu\text{m}$ )



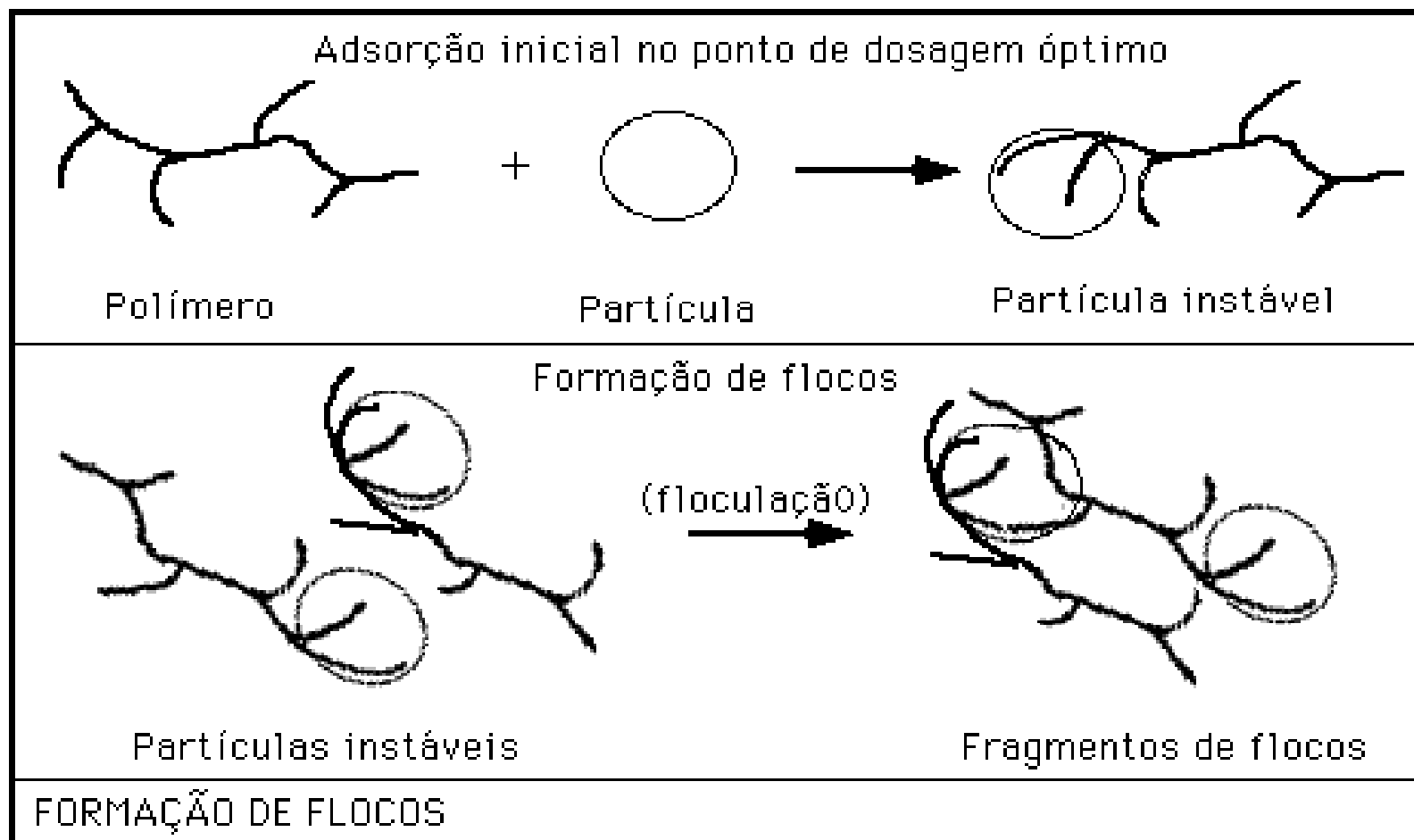
**Coagulação por neutralização da carga.**



## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

#### Compreendendo o processo...





# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### Coagulantes

Coagular significa desestabilizar a partícula coloidal, diminuir as barreiras eletrostáticas entre partículas.

Os coagulantes mais comuns no tratamento de águas residuais são os sais trivalentes de **Ferro** ou **Alumínio**.

Polieletrólitos (auxiliares de coagulação) são normalmente compostos orgânicos com cadeias de unidades monoméricas ligadas em uma configuração linear ou ramificada.

Os grupos funcionais se encontram localizados ao longo da cadeia e podem possuir **carga negativa, positiva ou neutra**.

### Porque?

- ✓ Estes sais criam grandes flocos, o que os torna adequados e muito utilizados nas operações de coagulação-floculação.
- ✓ Considera-se que os íons multivalentes e de carga oposta são capazes de penetrar na camada difusa da partícula coloidal e neutralizar, em parte, a carga primária. Por isso os sais trivalentes de  $Fe^{+3}$  e  $Al^{+3}$  são os mais usados como coagulantes.

Apesar da pouca variedade de polímeros, suas características se diferem através do peso molecular e da fração ativa. O peso molecular dos coagulantes orgânicos pode variar de 1.000 a 500.000, sendo sua denominação mais comum **polímeros de baixo, alto ou altíssimo** peso molecular.



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

O mecanismo de atuação dos sais usados como coagulantes pode ser dividido em três etapas:

1. ultrapassagem do limite de solubilidade do hidróxido de ferro ou alumínio;
2. adsorção do hidróxido de alumínio ou de ferro sobre as superfícies coloidais;
3. neutralização da carga superficial considerando que em condições típicas do processo, o hidróxido metálico está positivamente carregado e as partículas coloidais estão negativamente carregadas.

O pH ótimo depende muito do coagulante utilizado.

**sulfato de alumínio- 5 -8;  
cloreto férrico- 5 - 11.**

**(FeCl<sub>3</sub>: mais indicado para efluentes industriais, devido sua maior faixa de pH ótimo.)**



**Amostra de indústria de papel**



## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

O processo de coagulação em ETAR ocorre logo no início em algum ponto onde se tenha gradiente de velocidade elevado que permita a rápida dispersão do coagulante empregado.

Esta etapa do tratamento chama-se mistura rápida e normalmente não é necessária a construção de um tanque específico para este fim, utilizando-se pontos de estrangulamento no canal de chegada da água na estação, como a calha Parshall, dispositivo de medição de vazão onde ocorrem velocidades elevadas.



Nas estações de tratamento de água e efluentes a etapa de floculação é chamada de mistura lenta.

Os **floculadores hidráulicos** são tanques com chicanas onde o grau de mistura é controlado pelo espaçamento entre elas produzindo perda de carga adequada.

Nos **floculadores mecânicos**, os tanques são munidos de turbina sendo o grau de mistura comandado pela potência do motor.

Polímeros orgânicos, como as poliacrilamidas, são vulgarmente utilizados como floculantes, para além dos sais metálicos acima mencionados, melhorar a formação de flocos.





## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

## PROCESSOS OXIDATIVOS

## OBJETIVOS

#### ■ Oxidar poluentes em produtos finais não poluentes

- Desinfecção de águas
- Remoção de odor e cor de águas residuárias
- Retirada de  $\text{H}_2\text{S}$  e  $\text{CN}^-$
- Redução da DQO.

OU

#### ■ Converter poluentes em substâncias intermediárias mais biodegradáveis

Pré-oxidação com  $\text{O}_3$  ou  $\text{H}_2\text{O}_2$  de compostos orgânicos recalcitrantes (não biodegradáveis)

OU

#### ■ Converter poluentes em substâncias removíveis por alguma operação ou processo unitário

- oxidação do  $\text{Fe}^{2+}$  a  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{As}^{3+}$  em  $\text{As}^{5+}$ , permitindo sua precipitação
- oxidação parcial de compostos orgânicos permitindo sua adsorção em carvão ativado.





# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### TIPOS DE OXIDAÇÃO QUÍMICA

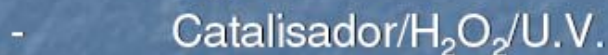
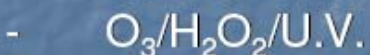
#### PROCESSOS OXIDATIVOS CONVENCIONAIS

- Destruição dos poluentes por processos oxidativos. Usados na remoção de odores e como agentes desinfectantes.



#### PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS (POA)

- Transformam os contaminantes orgânicos em  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e ânions inorgânicos, através de degradação que envolvem espécies transitórias oxidantes, principalmente **radicais  $\text{OH}^\cdot$** .
- São processos limpos e não seletivos.
- Usados para destruir compostos orgânicos em fase aquosa, em fase gasosa ou adsorvidos numa matriz sólida





# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

NECESSIDADE DE OBTER PRODUTOS MAIS  
LIMPOS

- Compostos oxidantes como  $\text{KMnO}_4$  e  $\text{HClO}$  pode tornar-se um risco a saúde devido a sua toxicidade
- Quando dissolvido em água pura, o cloro ( $\text{Cl}_2$ ) é rapidamente hidrolisado formando-se uma mistura de ácido hipocloroso ( $\text{HClO}$ ) e ácido clorídrico ( $\text{HCl}$ ).



### Oxidantes Contaminantes

- Cloro /Hipoclorito
- Ácido Crômico /Di-cromato
- Ácido Nítrico
- Permanganato



### Oxidantes Limpos

- Oxigênio
- Ozônio
- Peróxido de Hidrogênio
- Processos de Oxidação Avançada (Radicais  $\text{HO}\cdot$ )





## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

#### PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

- É um ácido fraco, dissociando-se conforme a reação:



A forma oxidante  $\text{HO}_2^-$  ocorre de forma significativa em meio alcalino ( $\text{pK}_a = 11,6$ )

Na maioria das vezes, é adicionado no sistema reacional em concentrações que podem variar de 35, 50 e 70% p/p.

- **Vantagens**

- Grande capacidade de oxidar compostos diretamente
- Solubilidade em água
- Geração de 2 radicais  $\bullet\text{OH}$  por molécula de  $\text{H}_2\text{O}_2$
- Boa estabilidade térmica

- **Desvantagens**

- A taxa de oxidação é limitada pela formação dos radicais  $\bullet\text{OH}$
- O  $\text{H}_2\text{O}_2$  pode tornar-se receptor de  $\text{OH}$  (reação inversa)



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### PRECAUÇÃO:

Mesmo em processos combinados com U.V ou sais de Fe, deve ser usado na estequiometria certa, não gerando resíduos, o que ocasionaria:

- gasto excessivo (é um reagente oneroso)
- pode interferir em análises, como por exemplo, na de DQO
- Pode interferir na eficiência de um tratamento biológico posterior

### PRINCIPAIS UTILIZAÇÕES:

- Remoção de Cianetos, Sulfetos, Sulfitos, Nitritos, Metais pesados
- Usado na indústria têxtil, de papel, alimentos, petroquímica, metalúrgica entre outras
- na produção de água potável
- Remediação de solos contaminados e efluentes perigosos





## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

# OSÔNIO

- Forma triatômica do Oxigênio, de alto poder oxidante ( $E^0 = 2,08 \text{ V}$ )
- Em solução aquosa decompõem-se em  $\text{O}_2$  e em espécies radicalares, como  $\text{OH}^\cdot$  e o  $\text{HO}_2^\cdot$ , de grande poder oxidativo.
- $$\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{h\nu} \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$$
- Devido a sua instabilidade em solução aquosa ( $\sim 3\text{s}$ ) deve ser gerado *in situ* por um gerador de ozônio.

#### PRINCIPAIS UTILIZAÇÕES:

- Remoção de cianetos, sulfetos, nitritos, Metais pesados
- Degradação de poluentes em águas residuárias (Ind. Textil, papel, etc.)
- Pré-tratamento, oxidação e desinfecção de água potável
- Remoção de Fe e Mn (em ppb)
- Inativação de bactérias
- Na degradação de efluentes agrícolas
- Remoção de odores em fases gasosas



## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

# POA

- O **radical  $\cdot\text{OH}$**  atua como principal agente oxidante.
- Quanto mais eficientemente estes radicais forem gerados, maior será o poder oxidativo do processo.
- Isto é devido ao do seu potencial de oxidação ser bastante elevado

OXIDANTE	POTENCIAL PADRÃO DE OXIDAÇÃO (V)
Fluorito ( $\text{F}_2$ )	3,03
Radical hidroxila ( $\text{HO}\cdot$ )	2,80
Ozonio ( $\text{O}_3$ )	2,07
Ácido de Caro ( $\text{H}_2\text{SO}_5$ )	1,84
( $\text{H}_2\text{O}_2$ )	1,77
( $\text{KMnO}_4$ )	1,67
Ácido hipocloroso ( $\text{HClO}$ )	1,49
Cloro ( $\text{Cl}_2$ )	1,36



- São processos oxidativos cuja a utilização vem crescendo atualmente, devido a baixa toxicidade e alta eficácia.





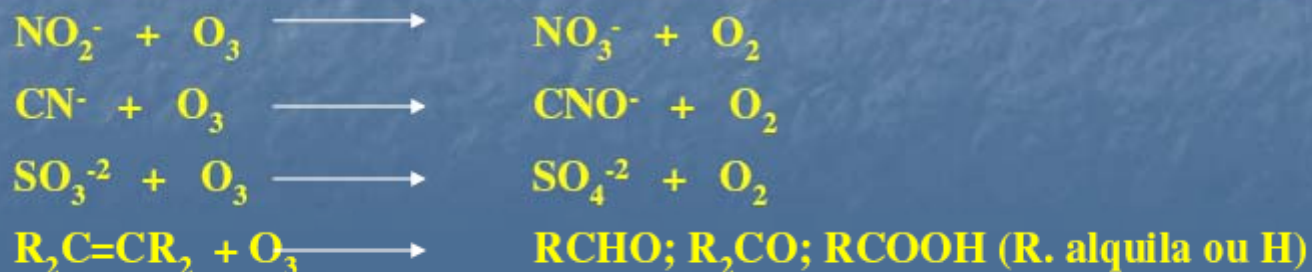
# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### TIPOS DE REAÇÃO

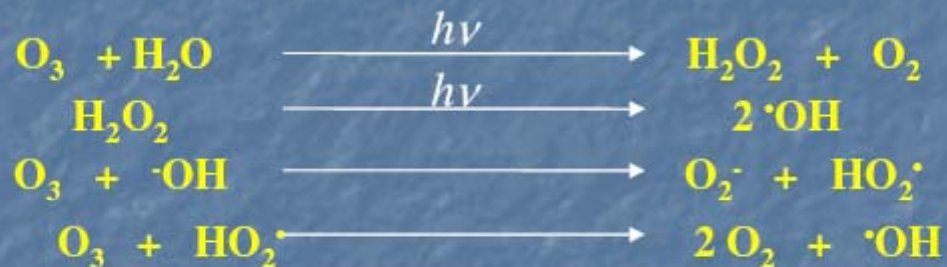
#### • Direta

A molécula de ozônio reage diretamente com outras moléculas orgânicas ou inorgânicas por adição eletrofílica



#### Indireta

Ocorrem através de reações radicalares (principalmente  $\bullet\text{OH}$ ), gerados por  $\text{H}_2\text{O}_2$ , U.V. e  $\text{OH}^-$





# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### SISTEMAS HOMOGÊNEOS

- Não há a presença de catalisadores sólidos
- A degradação do poluente pode ser feita por dois mecanismos:
  - **Fotólise direta com U.V.:**  
O comprimento de onda U.V. é o responsável pela destruição do poluente. Possui baixa eficiência em relação ao processo de geração de  $\text{OH}^\cdot$
  - **Geração do radical  $\text{OH}^\cdot$**   
Ocorre devido a presença de oxidantes fortes, como  $\text{H}_2\text{O}_2$  e  $\text{O}_3$  na presença ou não de irradiação (U.V.). Os radicais  $\text{OH}^\cdot$  podem ser gerados pela oxidação eletroquímica, radiólise, feixe de elétrons e plasma

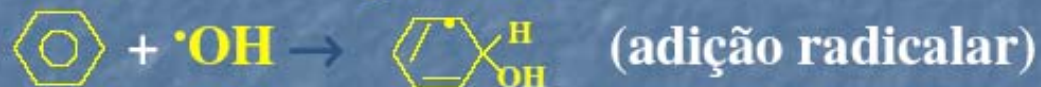
Com Irradiação	Sem Irradiação
$\text{O}_3/\text{U.V.}$	$\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2$
$\text{H}_2\text{O}_2/\text{U.V.}$	$\text{O}_3/\text{OH}^\cdot$
Feixe de Elétrons (F.E.)	$\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$ (reação de Fenton)
$\text{H}_2\text{O}_2/\text{Ultra-som}$	
$\text{U.V.}/\text{Ultra-som}$	



## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

O radical hidroxila pode reagir com a matéria orgânica através de três mecanismos básicos:



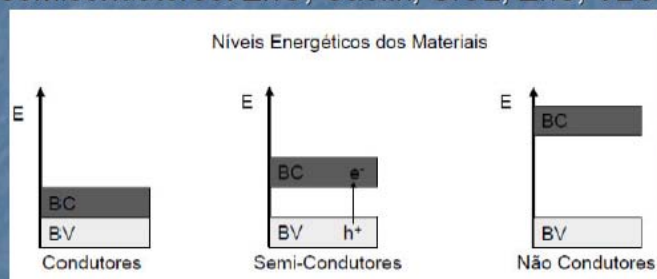




# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

- São aqueles em que há a presença de **catalisadores sólidos** (semi-condutores que atuam como fotocatalisadores).
- Processos muito rápido ( duração de nanosegundos)
- o  $\text{TiO}_2$  é o mais empregado, devido ao baixo custo, não toxicidade, fototoestabilidade, insolubilidade em água, estabilidade química, possibilidade de imobilização em sólidos
- Outros semicondutores:  $\text{ZnO}$ , Caolin,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZnS}$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$



Com Irradiação	Sem Irradiação
$\text{TiO}_2/\text{O}_2/\text{U.V.}$	Eletro-Fenton
$\text{TiO}_2/\text{H}_2\text{O}_2/\text{U.V.}$	

### SISTEMAS HETEROGÊNEOS

#### Fotocatálise com $\text{TiO}_2$ .

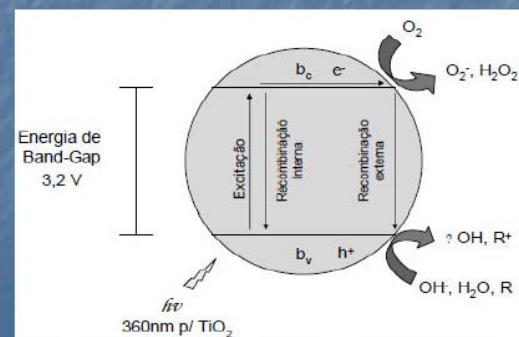
- Quando irradiados por U.V. ocorre uma excitação eletrônica. O processo forma radicais  $\text{OH}^\cdot$ , responsáveis pela oxidação da matéria orgânica, transformando-a em  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}^+$

#### Aplicações:

- \* Degradação de comp. Orgânicos
- \* Redução de metais pesados
- \* Na degradação das cianotoxinas

#### Vantagens:

- \* Baixo custo e toxicidade
- \* Estabilidade química
- \* Possibilidade de adsorção em sólidos





## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

## POA COM IRRADIAÇÃO

Coexistem 3 processos de degradação:

- Fotólise direta (promovida pelo U.V.)
- ozonização direta (promovida pelo O<sub>3</sub>)
- oxidação por radicais OH<sup>-</sup>



Assim, compostos refratários em uma ozonização simples são rapidamente convertidos a CO<sub>2</sub> e água

- Uma das limitações que o processo apresenta é de que o meio não deve ser opaco, conter sólidos em suspensão, uma vez que a transmissão da luz UV no meio é fundamental para a formação de radicais •OH e muitos são os efluentes que não atendem a esta especificação
- Aplicada inicialmente na década de 70.

O<sub>3</sub>/U.V.





## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

$H_2O_2/U.V.$

- Forma mais eficiente que o uso dos compostos separadamente
- Ocorre a quebra do peróxido de hidrogênio pela radiação U.V., gerando dois radicais  $\bullet OH$

$\lambda(254nm)$



Alguns fatores influenciam o processo, como:

- $[H_2O_2]$
  - pH
  - Radiação U.V.
  - Composição do efluente
- 
- Utilizado na degradação de compostos como o eter metil terc-butil, em corantes, no pré-tratamento de surfactantes
  - $H_2O_2$  pode oxidar diretamente sulfeto, sultito, nitrito e outros compostos orgânicos e inorgânicos
  - $H_2O_2$  fornece oxigênio para os microorganismos, auxiliando na biodegradação de muitos poluentes





## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

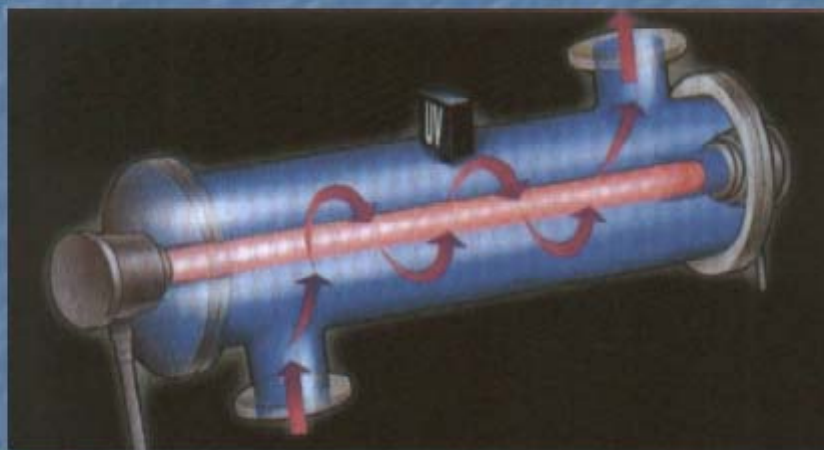
### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/Fe<sup>2+</sup>/U.V. (Foto-Fenton)**

- A fotólise do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> causada pela U.V. é acelerada pela presença de íons Fe<sup>2+</sup>, gerando radicais OH com maior eficiência



- Melhor degradação que o processo Fenton, mas necessita ajuste de pH (entre 3 e 5) para ser levado para o lodo (mineralização completa das substâncias)



Lâmpada UV instalada na câmara de tratamento

#### UTILIZAÇÃO

- Na degradação de filmes de Raios X (com DQO  $\geq 2 \cdot 10^5$  ppm)
- Na descoloração de corantes (utiliza-se Fe<sup>0</sup> no lugar de Fe<sup>2+</sup>)
- na degradação de compostos orgânicos como BTX



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### APLICAÇÃO

Experimentos	Condição experimental		Efluente	
	Fe <sup>2+</sup> mg.L <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> mg.L <sup>-1</sup>	Efluente Madeireiro	
			660 nm	Redução %
1	381	2668	1,22	5,42
2	471	3328	1,04	19,37
3	559	3912	0,83	35,6
4	729	5101	0,44	65,89
5	812	5646	0,20	84,49
6	892	6238	0,05	96,12

Metil etil cetona  
Tetracloroeto de carbono  
Tetracloroetileno  
Tolueno  
Dicloroetano  
Dicloroeteno  
Tricloroetano  
Tricloroeteno  
Dioxinas



Tricloroetileno  
Tetracloroetileno  
2-Butanol  
Clorofórmio  
Metil isobutil cetona (MIK)  
Metil terbutil éter (MTBE)  
Benzeno tolueno xileno (BTX)  
4-Metil-2-pentanol  
Fenóis



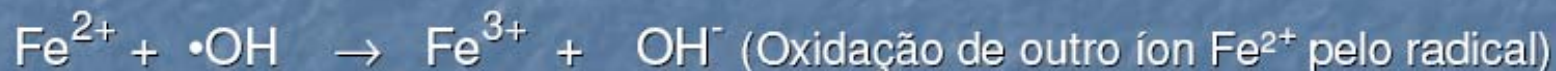
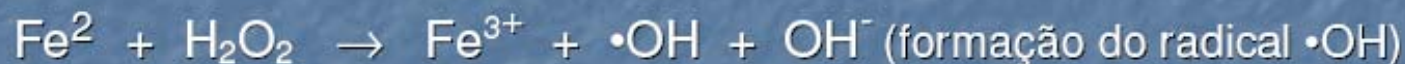


## MINICURSOS CRQ-IV - 2009

### TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

#### $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$ (Reação de Fenton)

A geração de radicais hidroxilas é feita por decomposição do peróxido de hidrogênio catalisada por  $\text{Fe}^{2+}$  essencialmente em meio ácido (pH 3-5)

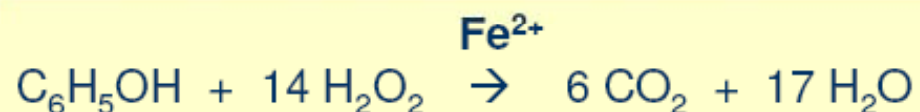
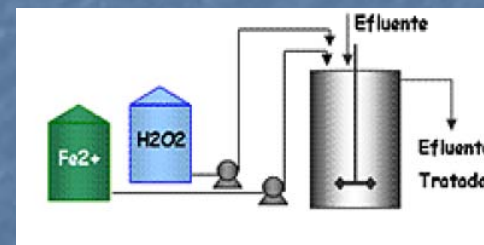


Assim, prótons são adicionados para que haja formação de água



Utilizado com sucesso na degradação de diversos tipos de efluentes como:

- clorofenóis,
- surfactantes,
- Na oxidação de resíduos de lixiviação de aterros
- Na degradação de corantes
- No aumento da biodegradabilidade do contaminantes





# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

### ADSORÇÃO COM CARVÃO ATIVADO

**Princípio:** adsorção física de compostos orgânicos solúveis na superfície do carvão.

A adsorção de vários componentes orgânicos e inorgânicos dissolvidos na água em carvão ativado baseia-se na adesão desses compostos na *superfície* de um grão de carvão poroso (alta superfície específica) ou na *retenção física* dentro desses poros.

O material adsorvido pode ser removido sempre que necessário, permitindo a reutilização do carvão regenerado durante alguns ciclos de operação.

**Regeneração:** térmica, a vapor, extração por solvente, tratamento básico ou ácido e oxidação química.

**Principais aplicações no tratamento de águas residuais industriais:** remoção de substâncias não biodegradáveis, tais como, compostos que conferem cor, pesticidas e fenóis.



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS

**Procedimento:** leito fixo ou fluidizado- utilização de colunas em série consegue-se atingir uma utilização máxima da capacidade do carvão.

Adsorção dos compostos orgânicos da fase líquida para sólida se dá em três estágios:

- ✗ movimento do contaminante (adsorvato ou soluto) através de um filme superficial envolvendo a fase sólida (adsorvente);
- ✗ difusão do adsorvato para dentro dos poros do carvão ativo;
- ✗ adsorção do material na superfície do meio adsorvedor.



O Carvão Ativado normalmente **é 100 vezes mais poroso que o carvão comum**, esta porosidade esta diretamente ligada à "limpeza" que o material sofre na ativação, que consiste em remover as substâncias contidas nos poros obstruídos do carvão comum. Este processo é realizado em fornos ativadores a uma temperatura de aproximadamente 800 °C, e atmosfera redutora; deixando pontes de ligação abertas no interior dos poros.



# MINICURSOS CRQ-IV - 2009

## TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS



**OBRIGADA PELA  
ATENÇÃO!!!!**



KARLA GOMES DE ALENCAR PINTO- Docente do IFRJ  
[karlagap@gmail.com](mailto:karlagap@gmail.com)



AVALIAÇÃO 01

O ex-diretor da União dos Trabalhadores em Resíduos Especiais e Saneamento Ambiental (Utresa), o engenheiro Luiz Ruppenthal, 54 anos, foi condenado nessa quinta, dia 12, a 30 anos de prisão pela mortandade de 86,2 toneladas de peixes do Rio dos Sinos, em outubro de 2006. A decisão do juiz Nilton Filomena, da comarca de Estância Velha, é a maior condenação por crime ambiental no Rio Grande do Sul. A Utresa presta serviço terceirizado de tratamento de efluentes das indústrias de couro localizadas na região do Vale dos Sinos.

A sentença determina a Ruppenthal 18 anos de reclusão no regime fechado, no Presídio Estadual de Montenegro, pelos crimes mais graves como a mortandade dos peixes e a poluição do rio. Também mais 12 anos de detenção no regime semi-aberto, no Presídio Estadual de Novo Hamburgo, por crimes como descumprir normas ambientais. Um habeas corpus do Supremo Tribunal Federal (STF) garante que o engenheiro permaneça em liberdade até que todos os recursos sejam julgados.

A promotoria acusa o engenheiro de causar a maior mortandade de peixes da história do Rio Grande do Sul. Ao todo, 20 fatos foram imputados ao réu, sendo um deles a responsabilidade pela mortandade dos peixes e outros 19 fatos acarretam responsabilidade quanto à poluição causada na época em que ele era diretor da Utresa.

Os peixes começaram a morrer em 6 de outubro, mas o desastre somente foi detectado em 10 do mesmo mês. No trecho de 10 quilômetros do rio, entre São Leopoldo e Sapucaia do Sul, a situação era a mais crítica. Milhares de peixes, de pelo menos 10 espécies, morreram ao longo de 15 Km, com destaque jundiás, dourados e grumatãs.

Uma análise preliminar indicou como causa da mortandade o lançamento clandestino de efluentes industriais no Arroio Portão, que drena os municípios de Portão, Estância Velha e parte de Ivoti, e chega ao Sinos no limite de São Leopoldo e Sapucaia do Sul. Com o excesso de carga poluidora, os peixes ficaram sem oxigênio. Na ocasião, uma força-tarefa foi montada por policiais, ambientalistas e voluntários para brear o deslocamento dos animais e evitar que chegassem à captação de água da Companhia Riograndense de Saneamento (Corsan), em Esteio. Duas bóias de retenção foram colocadas no rio formando barreiras de contenção para animais que apodreciam no leito.



No dia 21 de outubro, o MP e a Fepam identificaram pontos de lançamento de efluentes da Utresa no Arroio Portão, a qual não tinha autorização para despejar resíduos. Amostras de sedimentos e água recolhidos em cinco pontos de lançamento apontaram a presença de grande quantidade de **alumínio, arsênio, chumbo, cobre, cianeto, cromo, cádmio e cálcio**. No ponto de lançamento de efluentes detectado foram encontrados 10,4 mil vezes mais alumínio, 133 vezes mais chumbo e 16.543 vezes mais sulfeto. Para diluir um litro do efluente despejado pela Utresa, seriam necessários 32.538 miligramas de oxigênio, ou seja, seria preciso

108,4 mil litros de água para cada litro do poluente. Ainda segundo os peritos, os locais de lançamento teriam sido lavados com água limpa para mascarar a irregularidade.

**Questões:**

- 1- Será que não há outra solução para o destino desse efluente?
- 2- O que você pode sugerir com base nos conceitos apresentados no curso?

**AVALIAÇÃO 02**

**Acidente com vazamento de ácido sulfúrico na Rodovia dos  
Bandeirantes mobilizou equipes de plantão emergencial  
30/05/2008**

*Técnicos do setor de Operações de Emergência e da Agência Ambiental de Campinas atenderam a ocorrência, na madrugada de ontem*

Técnicos do Setor de Operações de Emergência (EIPE) e da Agência Ambiental Unificada de Campinas, da CETESB, atenderam na madrugada e início da manhã da última quarta-feira (28/05) uma ocorrência com vazamento de ácido sulfúrico na altura do Km 88 da Rodovia dos Bandeirantes, sentido capital-interior, no município de Campinas.

Um caminhão da TJ Transportes, com 17,6 metros cúbicos de ácido sulfúrico, colidiu com outro caminhão, que transportava peças automotivas, o que ocasionou uma avaria na válvula de fundo, provocando o vazamento de todo o ácido. O produto percorreu o sistema de drenagem e atingiu o córrego Piçarrão. O ácido ficou contido em uma pequena parte do córrego, de classe IV, o que possibilitou aos técnicos a neutralização do produto.

Os técnicos vistoriaram o entorno do córrego e do local do acidente, contudo não constataram maiores danos. Também participaram dos trabalhos a SOS COTEC, empresa contratada pela transportadora em casos de acidente, Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento - SANASA, Defesa Civil e Polícia Rodoviária. Os trabalhos no local foram encerrados e a pista, liberada.

Texto:  
**Valéria Duarte**  
Fotografia  
**Setor de Operações de Emergência**



**Questões:**

- 1- Qual deve ter sido solução apresentada pelos técnicos que atuaram no atendimento a essa emergência? O ácido vazado na pista deve ter sido contido com o uso de que tipo de produto químico?
- 2- O que você faria? Que tipo de preocupação você teria?

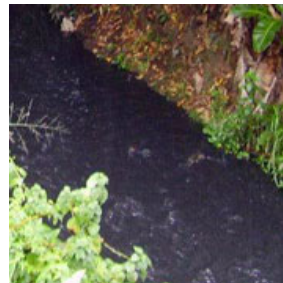
AVALIAÇÃO 03

Arroio Pampa novamente tingido de preto

08/02/2008 às 16:24

*A previsão do tempo marca chuva para este final de semana. Por causa da ação criminosa de curtumes da região, isso pode ser uma ameaça aos nossos arroios*

Mal iniciou o ano de 2008 e a saúde dos nossos recursos hídricos está novamente ameaçada. O arroio Pampa foi novamente agredido. Suas águas, já comprometidas pelos resíduos urbanos, mas ainda transparentes próximo às nascentes, foram tingidas de preto, pelo lançamento criminoso de efluentes não tratados de curtumes. Bastou a meteorologia prever a possibilidade de chuvas, para que, antes mesmo que elas ocorressem, iniciasse o processo de despejo.



Foram dois dias em que a comunidade ribeirinha desse arroio conviveu não apenas com o aspecto assustador de suas águas pretas, mas com o cheiro insuportável e nauseante, tão característico do processo de curtimento, realizado pelos curtumes.

Os eventos começaram no dia 29 de janeiro e pegou os moradores ribeirinhos de Canudos de surpresa, que não conseguiram fotografar a ocorrência. Mas apenas o rastro azulado deixado nas margens e no leito do arroio. O mesmo ocorreu no dia seguinte, a poluição do arroio só foi percebida por volta das 8h da manhã, no bairro São José, e não foi possível flagrar a ocorrência, apenas vestígios.

**É importante ressaltar que nestas duas oportunidades, não chovia.** Na tarde do dia 30, os moradores, vigilantes, do bairro São Jorge, constataram novo lançamento. Uma chuva mansa, tipo garoa, caía. Desta vez, porém, o evento foi flagrado conforme mostram as fotografias do arroio no bairro São Jorge, nos fundos da Indústria “V”.

O arroio, naquele local, estava com suas águas completamente pretas, com as características (cheiro e densidade) próprias de efluente de curtume. Não era preciso nem chegar perto para sentir o cheiro. Amostra do efluente foi coletada e ela demonstrou claramente que não se trata de “**LODO**” do fundo do arroio, pois neste local, o leito ainda é limpo.

A partir deste ponto no bairro São Jorge, o arroio faz uma curva para a esquerda, passando nos fundos de uma madeireira, seguindo em direção à nascente, passando antes pela rua dos Garis. Na altura da ponte na Rua dos Garis, a água também estava escura, mas com menos volume. Os residentes à margem do arroio queixavam-se da cor e do cheiro, mas ninguém sabia a procedência.

Por volta das 13h30 do mesmo dia, foram feitas várias tentativas de ligação para a Brigada Ambiental, mas sem sucesso. Às 14h, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) foi acionada, porém não tinha disponibilidade de atender a ocorrência e informou que entraria em contato com a Secretaria de Meio Ambiente de Novo Hamburgo para dar o atendimento. Porém, até às 15h30, pessoas ainda aguardavam os fiscais que não apareceram.

É interessante observar que do local onde foram feitas as fotos até às nascentes do arroio Pampa não há nenhum curtume em atividade. Esta ocorrência lembra o episódio de junho do ano passado, quando nas dependências do antigo Curtume “M” foram constatadas evidências de lançamentos de efluentes não tratados no arroio Pampa e depósito irregular de resíduos, conforme vistoria e relatório da FEPAM.

**Questões:**

- 1- Como você poderia proceder mediante a situação supracitada, utilizando os conhecimentos básicos adquiridos durante o curso?

### Bombeiros auxiliam no transbordo de produto químico no Sul do Estado

Extraído de: Governo do Estado do Espírito Santo - 05 de Maio de 2009

*A equipe do Auto Busca Tanque e Salvamento (ABTS) do Corpo de Bombeiros permanece em alerta na BR 101 Sul, onde ocorreu um vazamento de produto químico no fim da tarde desta segunda-feira (04), estabelecendo o suporte de segurança para os operadores da empresa responsável pela retirada e transferência da carga para outro veículo e para a população da região.*



Nesta segunda-feira (04), por volta das 18 horas, na BR-101 Sul, principal via rodoviária de acesso que liga o Espírito Santo ao Rio de Janeiro, ocorreu um acidente envolvendo uma carreta carregada com 50 mil kg de estireno, produto altamente tóxico e inflamável. O veículo tombou em uma curva, no KM 386, na localidade de Capim Angola, no município de Rio Novo do Sul. Como o produto pode causar queimaduras nos olhos e na pele e também asfixia, a rodovia foi fechada em ambos os sentidos pelo Corpo de Bombeiros e Polícia Rodoviária Federal.

A equipe da Corporação agiu de forma eficaz e determinante para a contenção do vazamento. Evitando, assim, um sinistro de proporções maiores. Desde as 3 horas da manhã desta terça-feira (05), a empresa SOS Cotec está realizando o transbordo do produto. Como, ainda, existe o risco de incêndio, uma área de 800 metros quadrados que circunda o local do acidente teve de ser isolada. A equipe do Auto Busca Tanque e Salvamento do Corpo de Bombeiros permanece em alerta no local.

O tráfego só será liberado após a limpeza da pista.

Não é a primeira vez que a região sofre esse tipo de acidente. Capim Angola, em Rio Novo do Sul, é marcada por acidentes na BR 101. O caso mais grave envolvendo carga com produtos químicos perigosos ocorreu no dia 13 de outubro de 2007, quando um caminhão carregado de gás explodiu. O fogo atingiu tudo em um raio de, aproximadamente, 250 metros causando a morte de quatro pessoas e ferindo outras oito.

Como o Espírito Santo é cortado pela principal rodovia do País, a BR-101, e ser uma região bastante industrializada, a Corporação se prepara para esses tipos de acidentes envolvendo produtos químicos, ministrando cursos direcionados e simulados.

#### Questões:

- 1- O que você sugere para atendimento a essa emergência?
- 2- Que tipo de preocupação deve-se ter com um acidente nessas proporções?

**Caminhão-tanque tomba e derrama  
23 mil litros de diesel em Caraguatatuba**

01/07/2009

*Setor de Operações de Emergência da CETESB atendeu ao acidente  
ocorrido na Rodovia dos Tamoios, na quinta-feira.*

O tombamento de um caminhão-tanque na pista descendente da Rodovia dos Tamoios, no último dia 25 de junho, por volta das 18h40, provocou o derramamento de aproximadamente 23 mil litros de óleo diesel marítimo, próximo ao Posto Rodoviário, no Município de Caraguatatuba. O acidente mobilizou uma equipe do Setor de Operações de Emergência, da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb), que acompanhou os trabalhos de contenção e remoção do produto.

Funcionários do Departamento de Estradas de Rodagem (DER), Corpo de Bombeiros, Polícia Militar Rodoviária, Polícia Militar Ambiental e Instituto Florestal, entre outras, atuaram junto com a Cetesb para minimizar os impactos do acidente, **mas, apesar dos esforços, o combustível atingiu o Córrego Quinhentos Réis, afluente do Rio Santo Antonio que desemboca no mar, junto à Praia do Centro, em Caraguatatuba.**

O trabalho consistiu na instalação \_\_\_\_\_ e de \_\_\_\_\_ contendo a maior parte do produto no Rio Santo Antonio e evitando que atingisse o mar, restringindo os impactos a uma parte da praia. Os resíduos removidos dos rios e da rodovia, incluindo terra contaminada, foram levados para um local seguro conforme orientação de técnicos da Agência Ambiental de Ubatuba, da CETESB. Os trabalhos foram finalizados na sexta-feira, 26.06.

Segundo as informações dos técnicos que atenderam a ocorrência, o caminhão-tanque pertence à empresa Comercial Campineira de Combustível Ltda., que se dirigia para o litoral, tendo se desgovernado e chocado com a defesa de concreto da pista, ocorrendo então o tombamento e o vazamento do diesel marítimo.

Texto e Fotografia  
Setor de Operações de Emergência



**Questões:**

- 1- Quais as providências tomadas para atenuação da situação?
- 2- Que proposta você tem para o destino final dos resíduos removidos dos rios e da rodovia, incluindo a terra contaminada?



**CETESB atende emergência com vazamento de óleo de duto em Cajamar  
13/02/2008**

***Furo em duto de óleo foi a causa do vazamento, estancado ontem à tarde.***

Técnicos do Setor de Operações de Emergência e a da Agência Ambiental de Jundiaí, da CETESB, acompanham, desde a última quarta-feira (13/02), os trabalhos emergenciais em área rural no município de Cajamar, nas proximidades do km 43 da Rodovia Anhanguera, que resultaram, na tarde de ontem, no estancamento de um vazamento de óleo de duto da Petrobrás.

O vazamento foi detectado na quarta-feira, quando uma quantidade do óleo, que vazou por um furo do duto da OPASA – Replan/Barueri, atingiu um represamento de água nas proximidades da rodovia. No percurso, foram também atingidos uma vegetação rasteira e um talude vegetado. Não há estimativa da quantidade vazada.

A Petrobrás realizou coleta de amostras de água em um ponto represado a 100 metros do local do vazamento para avaliar o grau de contaminação no local e a jusante, onde o represamento atingiu um córrego. Moradores que residem nas proximidades foram alertados da ocorrência pela Defesa Civil e também para não utilizarem as águas do córrego.

Cerca de 80 trabalhadores compuseram a frente de trabalho implantada pela Petrobrás nos dois primeiros dias da operação, que conta com o acompanhamento dos técnicos da CETESB, da Defesa Civil de Cajamar e de duas empresas contratadas pela refinaria.

Texto  
Cris Couto

**Questões:**

- 1- Quais as atitudes você imagina que tenham sido tomadas pela equipe de emergência?
- 2- Que sugestões você daria para esse atendimento?

## Depredadores da Bacia Hidrográfica do Rio Pitimbu

*\*Andressa Bueno Tenório  
Estudante do 3º ano de direito  
da Universidade Potiguar-UNP.*

....Os principais problemas ao longo da Bacia do Rio Pitimbu dizem respeito à: ocupação irregular do solo, através de especulação imobiliária e instalações industriais em área ambientalmente sensível; degradação ambiental, ocasionada pela destruição das matas ciliares; poluição doméstica, agrícola e industriais; falta de saneamento básico; e aos barramentos irregulares.....

### Despejo de efluentes industriais:

Algumas indústrias instaladas nas proximidades do rio despejam os seus efluentes nas águas do Pitimbu. Este não poderia receber nem mesmo efluentes tratados, pois abastece direta e indiretamente 400 mil pessoas. Essa poluição resulta no acúmulo de metais pesados, como o **chromo**, **cádmio**, **prata**, **zinco**, **cobre**, **enxofre**, entre outros, que são prejudiciais à saúde humana. Esses metais encontram-se nos sedimentos do fundo do rio, mas chegará o momento em que vai ficar saturado e os metais serão devolvidos para a água.

### Os maiores responsáveis por essa degradação são:

- **INPASA** - Indústria de Papeis S.A., localizada na BR 304 – Parnamirim. É uma indústria que recicla papel e a que mais polui o Pitimbu. O maior ponto de gravidade de poluição ambiental está localizado nas margens dessa indústria. Os efluentes jogados pela Inpasa no rio Pitimbu tem 900mg/l de DBO. O índice aceitável é de até 5mg/l. A Inpasa foi criada em 1973. Já em 1984 foi solicitado à indústria que se adequasse às normas ambientais, o que não aconteceu. Em 2001, foi autuada e multada (**até agora não pagou**), esse ano ela foi novamente autuada, e por não ter feito nada para regularizar seu funcionamento foi interditada em abril deste ano pelo Idema (Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do RN), por tempo indeterminado. Foi dado um prazo de 60 dias para que ela conclua sua estação de tratamento. Caso não cumpra a ordem do Idema, responderá por crime ambiental. A Inpasa se defendeu dizendo que a demora na conclusão da estação de tratamento deve-se à dificuldades econômicas e técnicas. Não há justificativa para tanta demora, já que a indústria funciona desde 1973.
- **GIOGE-TEXITA**: indústria têxtil localizada no cruzamento do rio com a BR 101- limite Natal/Parnamirim.
- **Refrigerantes Sidore**; localizada também na BR 101 próximo a **INDAIÁ**, que também polui o rio. O despejo é jogado em uma calha de águas pluviais e desce por gravidade até a BR 101. A Sidore foi autuada e multada em 2002 e ainda não regularizou a sua situação frente ao órgão ambiental. A indústria chegou a apresentar um projeto alternativo de redução dos efluentes o qual não foi aceito pelo Idema.
- **CONCRETEX**: fica em Parnamirim.

### Questões:

- 1- Que tipo de solução pode-se dar para os efluentes da INPASA? Será assim tão difícil tratar os efluentes gerados da indústria de papel? Que tipo de tratamento você poderia sugerir baseando-se no estudo realizado nesse curso?
- 2- Calha de água fluvial é destino correto para efluente industrial? Qual seria o melhor destino?

**Focos de fogo permaneciam até o final da tarde nas instalações da Di All Química em Diadema**

*Cesteb monitorou redes de esgoto e de águas pluviais para avaliar os riscos de explosões.*

Os bombeiros permaneceram até o final da tarde de hoje, 27.03.2009, combatendo os pequenos focos de fogo nas instalações da Di All Química Distribuidora, Comércio e Importação de Produtos Químicos Ltda., localizada na Avenida Nossa Senhora das Graças, 1.295, no Jardim Ruyce, em Diadema, onde ocorreu um incêndio que teria se iniciado por volta das 7h20 da manhã.

Uma equipe de técnicos do Setor de Operações de Emergência, da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - Cesteb permaneceu no local acompanhando o trabalho do Corpo de Bombeiros, mas não encontrou condições para fazer uma vistoria nas instalações da empresa. Até o início da noite, os bombeiros continuavam fazendo o rescaldo da área para evitar riscos para a vizinhança, onde dez residências foram totalmente destruídas pelo fogo.

Por conta das informações de que a empresa manipulava solventes, acetatos, lacas e outros produtos, o que teria causado várias explosões, a Cesteb fez avaliações nas redes de esgoto e de águas pluviais nas ruas adjacentes ao local do incêndio, para onde estavam sendo carreadas as águas residuais do combate ao fogo, mas não detectou concentrações de gases nem vapores inflamáveis.

Com o uso de máquinas, os bombeiros procederam à derrubada de parte das paredes para facilitar os trabalhos de remoção dos produtos. Essa operação foi interrompida, pois a movimentação provocou o rompimento dos tambores e bombonas aumentando o volume de resíduos expostos. A empresa consta do cadastro da Cesteb, tendo sido dispensada da licença ambiental em razão da modalidade das atividades declaradas, restritas à importação e comercialização de produtos de limpeza no varejo. A Prefeitura de Diadema divulgou informações de que a empresa possui alvará de funcionamento, operando desde 2008.

Texto  
**Newton Miura**  
Fotografia  
**Cetesb-SMA**



**Questões:**

- 1- Que tipo de monitoramento a Cesteb necessitou realizar durante o atendimento?
- 2- Que tipo de preocupação você teria durante uma ocorrência dessa natureza?

**Navio perde 31 contentores com produtos químicos ao largo da Austrália**

11.03.2009 - 14h39 Reuters, PÚBLICO

O navio "Pacific Adventurer", que transportava 60 contentores com nitrato de amônio, utilizado para fabricar fertilizantes e explosivos, deixou cair hoje ao mar 31 contentores e está a perder combustível nos mares agitados ao largo da costa Norte da Austrália.

O casco do "Pacific Adventurer" foi danificado pelos mares agitados durante um ciclone tropical. Quando o navio estava a sete milhas náuticas do Cabo Moreton, as cordas que sustentavam os contentores, no convés, quebraram-se e alguns caíram ao mar, informaram as autoridades marítimas. Um dos contentores, ao cair, perfurou o casco do navio, causando um derrame de combustível. Segundo o "Courier Mail" online, já terão sido derramadas 30 toneladas de combustível e a mancha negra terá mais de cinco quilómetros de comprimento por 500 metros de largura.

Os especialistas receiam que os 31 contentores, cada um com seis metros de comprimento, comecem a derramar o produto químico. A Força Aérea está a sobrevoar a zona à procura dos contentores que caíram ao mar.

"Falamos com o capitão do navio e ele estava um pouco ansioso relativamente à sua situação no mar, apanhado pelo ciclone Hamish. É uma situação bastante complicada", comentou John Watkinson, responsável pela Segurança Marítima de Queensland.

Segundo o "Courier Mail", as autoridades já abriram uma investigação sobre as causas do acidente, nomeadamente, para tentar esclarecer por que razão o navio continuou a sua rota com o ciclone Hamish.

Uma porta-voz do proprietário do navio, Swire Shipping, garantiu que a carga estava a ser transportada corretamente.

**Questões:**

1- Em que se baseia a preocupação dos especialistas com o derrame dos 31 contentores do produto químico no mar?

2- O produto químico derramado poderá ser facilmente isolado e retirado do ambiente? Se sim, como? Se não, por que?

## **Prolagos se compromete a tratar despejo em represa**

17/04/09

**Extraído de: Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro - 17 de Abril de 2009**

A Prolagos, concessionária de serviços de água e esgoto na Região dos Lagos, começou a construir o sistema para processar os efluentes produzidos pelo tratamento da água fornecida à população e que, até hoje, são despejados diretamente na Represa de Juturnaíba. As obras deverão estar concluídas em julho. Este é um dos compromissos assumidos pela empresa no Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) assinado com o Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro.

A assinatura do documento resultou do inquérito civil público conduzido pela Promotoria de Justiça de Tutela Coletiva, Núcleo Araruama, que comprovou que o despejo dos efluentes diretamente na represa sem qualquer tratamento provocava aumento da concentração de produtos químicos, além de assoreamento e proliferação de algas.

A empresa se comprometeu também a apresentar em 120 dias um estudo sobre a extensão dos danos ambientais causados e das medidas necessárias para a sua reparação.

A Promotoria de Justiça determinou, ainda, o envio de cópias do TAC ao Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA), ao Ibama e à Área de Proteção Ambiental (APA) São João, para a fiscalização das condições impostas pelo compromisso assinado.

### **Questões:**

- 1- Qual a necessidade do tratamento dos efluentes gerados do sistema para processar a água de abastecimento da população?
- 2- Que tipo de tratamento você poderia sugerir que fosse realizado para atendimento da demanda supracitada?



29/11/2007

### Sadia constrói estação de tratamento de efluentes

Todo o efluente que sai da fábrica de Brasília passou a receber tratamento para evitar prejuízos à natureza

A Sadia, Associada Categoria Benemerita do Instituto Akatu, inaugurou em outubro uma nova Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) em sua fábrica de Brasília, no Distrito Federal. O objetivo é garantir que os resíduos da produção dos alimentos não causem efeitos negativos ao meio ambiente, no final do processo industrial.



A nova ETE ocupa uma área de 11.420 m<sup>2</sup> e permitirá o tratamento de 150 mil m<sup>3</sup> de efluentes por mês, a mesma quantidade de efluentes produzida por uma cidade como Rio Claro (no interior paulista) ou Marabá (no Pará), com população de cerca de 180 mil habitantes. A Sadia já possui outras três ETEs, localizadas nas fábricas de Uberlândia (MG), Francisco Beltrão (PR) e Faxinal dos Guedes (SC).

A Estação permite a retirada de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo dos resíduos da linha de produção da unidade e, no futuro, a empresa pretende reutilizar a água dos efluentes para lavagem, irrigação e reuso na fábrica. A Sadia investiu cerca de 3,5 milhões de reais para a construção da Estação que faz parte de um amplo Programa de Desenvolvimento Sustentável.

Segundo o professor Flavio Freire, pós-doutor em Hidráulica e Saneamento e professor adjunto do Centro de Tecnologia da Universidade Estadual de Maringá, o despejo de resíduos da indústria de alimentos sem o tratamento correto na natureza pode prejudicar seriamente lagos e rios, ameaçando os seres vivos que neles habitam. Ele explica que os efluentes que saem da indústria, carregados de material orgânico, nitrogênio e fósforo, quando depositados diretamente na água, aumentam a quantidade de nutrientes nela dissolvido, o que permite o crescimento excessivo de microrganismos aquáticos que acabam por consumir grande parte do oxigênio da água. “A diminuição do oxigênio dissolvido tem consequências drásticas para a flora e a fauna”, alerta o pesquisador. O resultado é um ambiente poluído onde os peixes e outros habitantes de rios e lagos não podem mais sobreviver.

A técnica utilizada na fábrica da Sadia em Brasília é a do tratamento biológico por lodos ativados. O processo começa no tanque que recebe o efluente industrial. A segunda fase é o envio do material para o processo físico-químico, onde ocorre a dosagem de produtos químicos para remoção de matéria suspensa e carga orgânica dissolvida. Após a remoção, o efluente vai para o tanque de aeração para passar pela última fase do processo, onde ocorre a retirada da carga orgânica e dos nutrientes através da ação de microrganismos. Por fim, o efluente é enviado a um tanque de decantação, que faz a separação física dos sólidos gerados no processo anterior.

#### Questões:

- 1- Você poderia propor uma alternativa de tratamento para o efluente da Sadia? Justifique.
- 2- Você consegue evidenciar uma limitação na utilização do processo de Lodo Ativado para o efluente gerado nesse processo produtivo? Se sim, qual seria? Se não, justifique.

## **Secretária acha que CSN "esconde alguma coisa" sobre vazamento de óleo no rio Paraíba-2009**

Cristiane Ribeiro  
Da Agência Brasil

Um novo vazamento de óleo da Companhia Siderúrgica Nacional, em Volta Redonda, no sul do Estado do Rio de Janeiro, voltou a atingir ontem o rio Paraíba do Sul, que abastece cerca de 85% da população fluminense. Por causa do acidente, a secretária do Ambiente do Estado, Marilene Ramos, determinou a interdição da unidade Carboquímica da companhia. A unidade é responsável pelo tratamento dos gases tóxicos do coque, o combustível que abastece o alto-forno da siderúrgica, para evitar que eles se dispersem na atmosfera.

Na manhã de hoje (7), a secretária Marilene Ramos seguiu para Volta Redonda a fim de inspecionar a usina e avaliar as medidas que estão sendo tomadas para identificar e conter o vazamento do óleo, que começou no último domingo (2). Segundo Marilene, ao contrário do que aconteceu no início da semana, quando o acidente foi comunicado pela população, desta vez a informação do vazamento partiu da própria companhia.

"De toda forma, achamos que a empresa está escondendo alguma coisa, porque ela está tendo uma atitude pouco cooperativa. Para nós a CSN não está tendo total transparência sobre o que de fato está acontecendo lá dentro, por isso decidimos ir pessoalmente fazer a verificação", disse Marilene, que foi a Volta Redonda acompanhada do presidente do Instituto Estadual do Ambiente (Inea), Luiz Firmino.

Técnicos do Inea estão desde terça-feira (4) na CSN monitorando a mancha de óleo que se formou no rio Paraíba do Sul. Até o momento, segundo eles, a qualidade da água do rio não foi comprometida, por isso não há necessidade de suspender a captação para o abastecimento público.

A secretária Marilene Ramos acrescentou que os peixes também estão sendo monitorados, mas, segundo ela, as primeiras análises do pescado indicam que o produto que está vazando não apresenta toxicidade imediata e nem provoca morte instantânea dos peixes, como ocorreu com o Endosulfan, que vazou no Rio Paraíba do Sul no ano passado.

A CSN divulgou nota informando que o novo vazamento de óleo ocorreu nas barreiras de contenção instaladas no emissário principal da unidade carboquímica para conter o vazamento registrado no início da semana. Segundo a nota, a CSN instalou novas barreiras para evitar a propagação do óleo.

Quanto à interdição da unidade Carboquímica, a companhia informou que acredita que a medida será revista pelas autoridades ambientais nas próximas horas para evitar prejuízos ao funcionamento da siderúrgica.

### **Questões:**

- 1- O que você sugere para atender a essa situação da forma mais imparcial possível?
- 2- Quais parâmetros físico-químicos que você sugeriria fossem monitorados nas águas do Paraíba do Sul próximo a mancha?