

# Aula 1º P – ESA

## A Importância do Tratamento dos Esgotos

28/05/2013

Ana Silvia Pereira Santos  
anasilvia.santos@ufjf.edu.br



## Temas

- Poluição da Água
- Níveis de atendimento no Brasil em relação ao esgotamento sanitário
- Aspectos legais aplicados ao tema
- Tecnologias de tratamento de esgotos
- A Nova ETE
- Bibliografia disponível no tema



# Poluição da água

## Poluição - conceito



Vamos discutir  
esse conceito?

### Segundo Lei 6.938/1981 – Política Nacional do Meio Ambiente

Degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar da população;
- criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- afetem desfavoravelmente a biota;
- afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e
- lancem matérias ou energias em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.



*Poluição das águas é a adição de substâncias que alterem a natureza do curso d'água, prejudicando os usos que dele são feitos, a saúde, a segurança e o bem estar da população.*

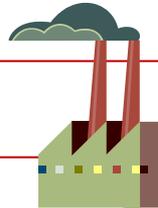
# Poluição da água

## Usos múltiplos da água

- Abastecimento doméstico



- Abastecimento industrial



- Irrigação



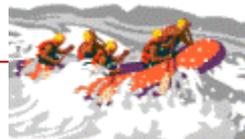
- Dessedentação de animais



- Preservação da flora e da fauna



- Recreação e lazer



- Criação de espécies



- Geração de energia elétrica



- Navegação



- Harmonia paisagística

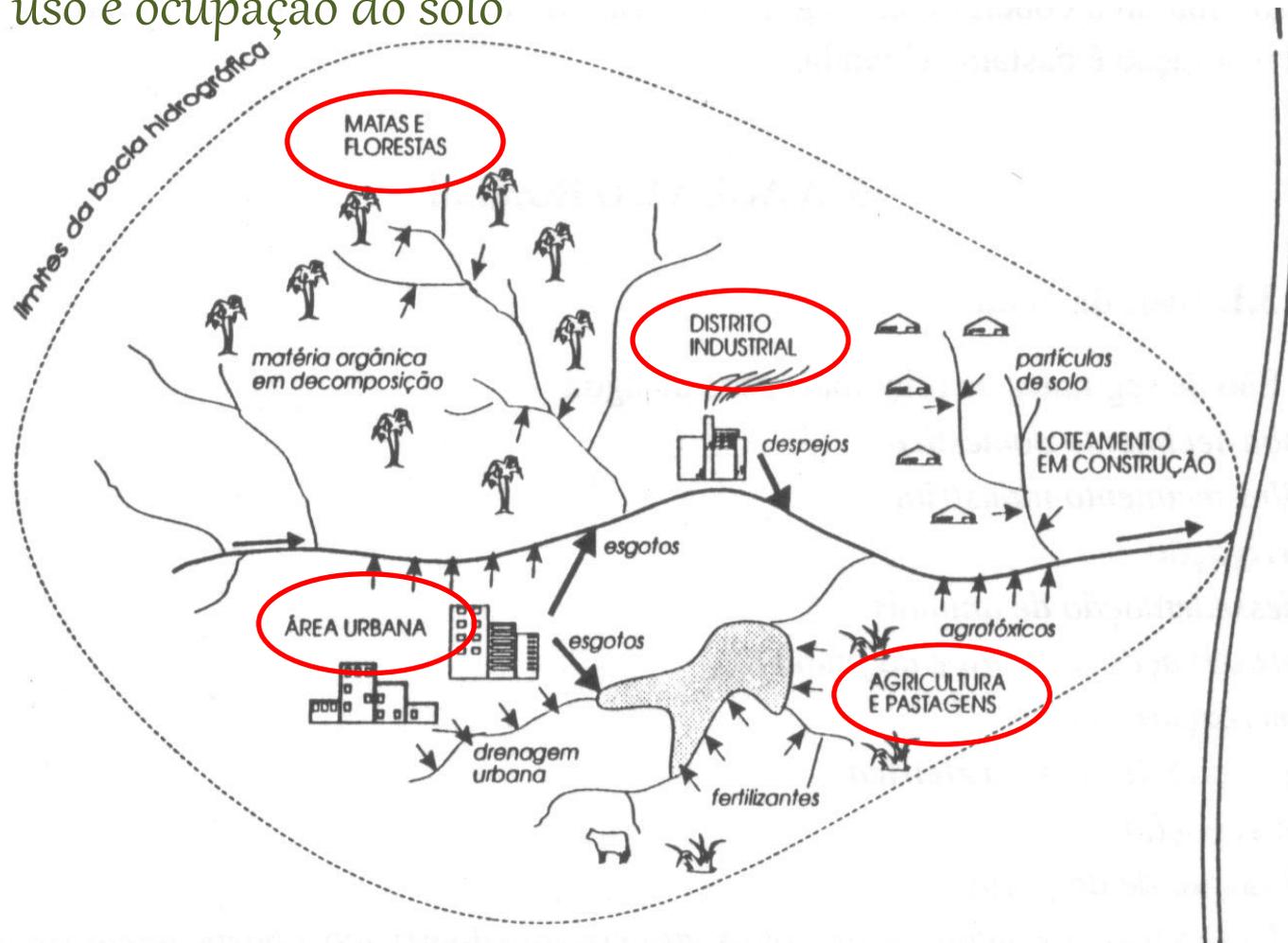


- Diluição e transporte de despejos



## Poluição da água

### Tipos de uso e ocupação do solo



## Poluição da água

### Rotas de uso urbano da água

O gerenciamento dessas rotas, isso é, planejamento, projeto, execução e controle das obras e intervenções necessárias, é fundamental para a garantia da qualidade desejada da água em função dos seus usos previstos.

Dentre as fontes de poluição das águas, os esgotos domésticos são os principais responsáveis pela degradação da qualidade dos cursos d'água.



## Poluição da água

### Principais fontes de poluição da água

#### Meio urbano



#### Meio rural



- Efluentes domésticos
- Efluentes industriais
- Resíduos sólidos
- Pesticidas, fertilizantes e detergentes
- Carreamento de solo
- Águas pluviais urbanas
- Percolação do lixiviado dos depósitos de lixo

## Poluição da água

### Consequências da poluição da água



- Impactos sobre a qualidade de vida da população;
- Veiculação de doenças;
- Prejuízos aos usos da água;
- Assoreamento
- Eutrofização
- Agravamento dos problemas de escassez da água;
- Elevação do custo do tratamento da água;
- Desequilíbrios ecológicos;
- Degradação da paisagem

## Poluição da água

### Técnicas de controle de poluição das águas

- Coleta e tratamento de esgotos domésticos e industriais
- Disposição adequada de resíduos sólidos
- Aplicação controlada de fertilizantes e pesticidas;
- Controle de focos de erosão
- Remoção de macrófitas e sedimentos
- Recuperação e revitalização de cursos d'água
- Controle da retirada de água dos cursos d'água
- Controle do uso e ocupação do solo



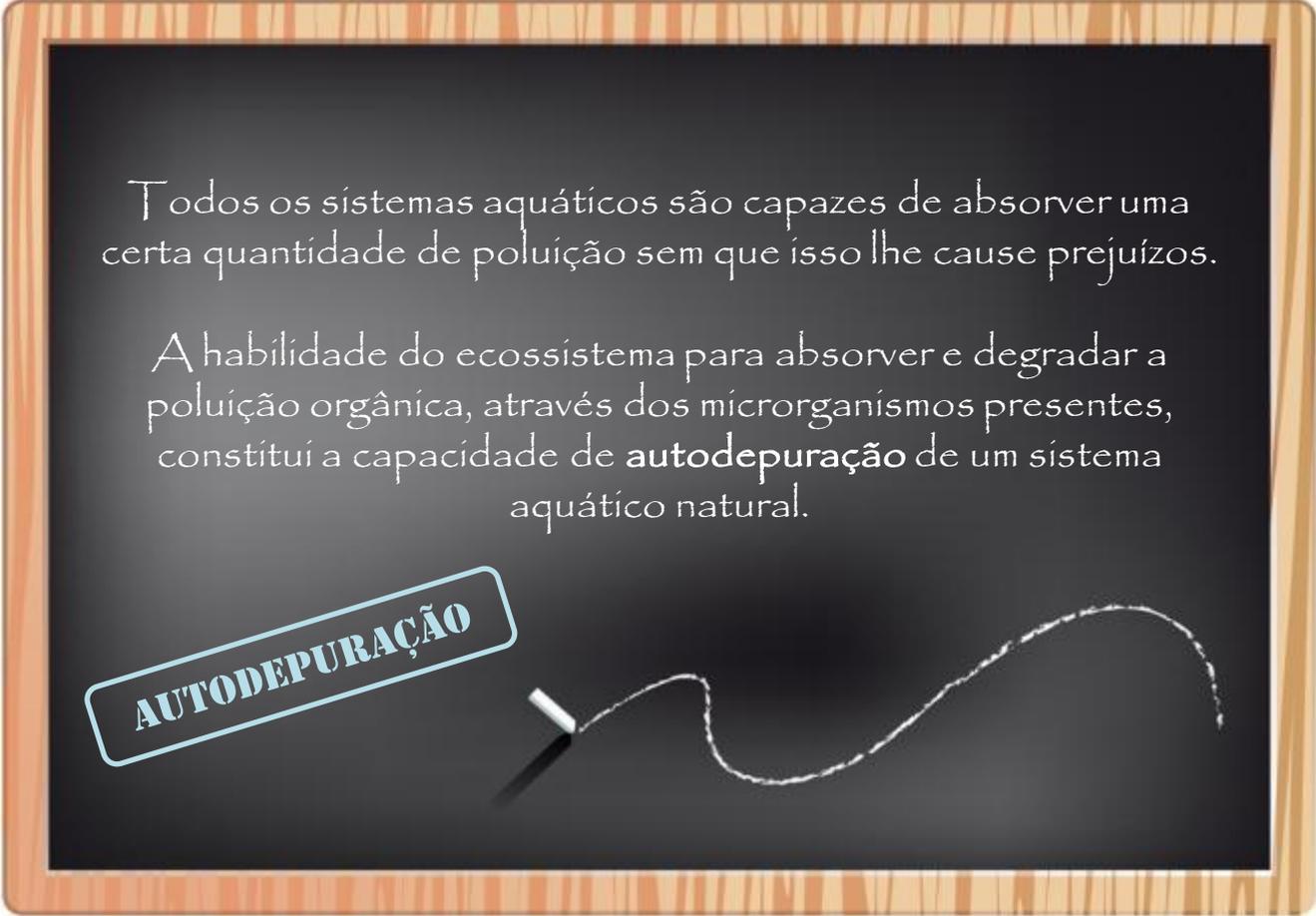
# Poluição da água

## Autodepuração

Todos os sistemas aquáticos são capazes de absorver uma certa quantidade de poluição sem que isso lhe cause prejuízos.

A habilidade do ecossistema para absorver e degradar a poluição orgânica, através dos microrganismos presentes, constitui a capacidade de **autodepuração** de um sistema aquático natural.

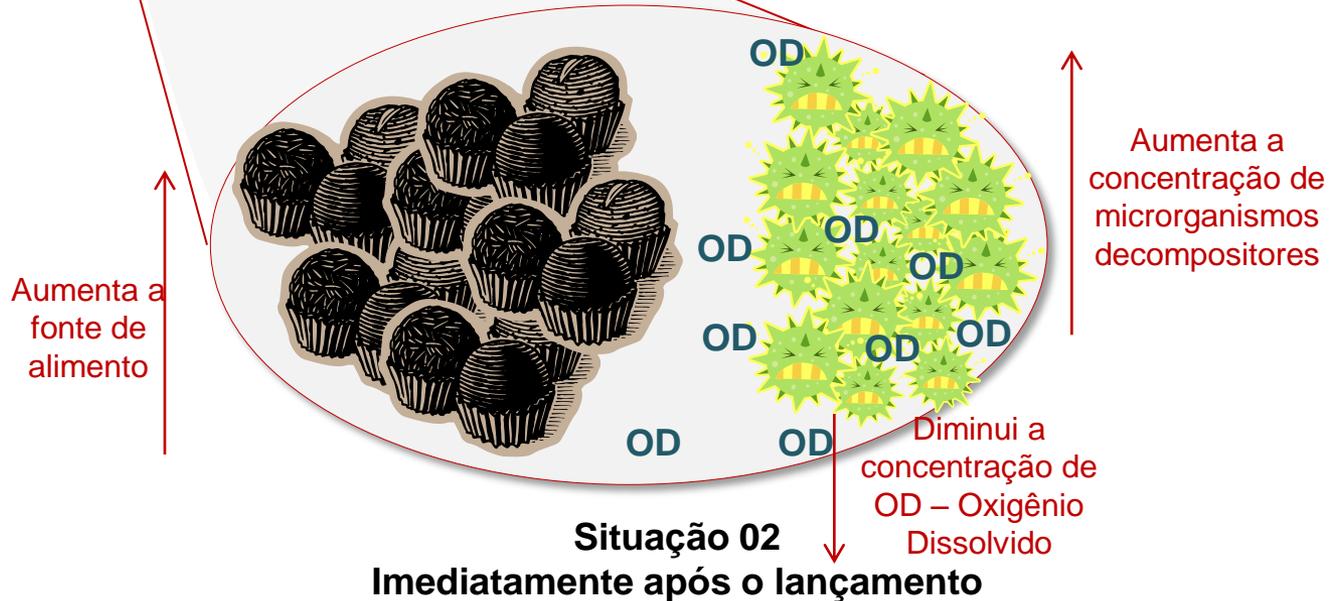
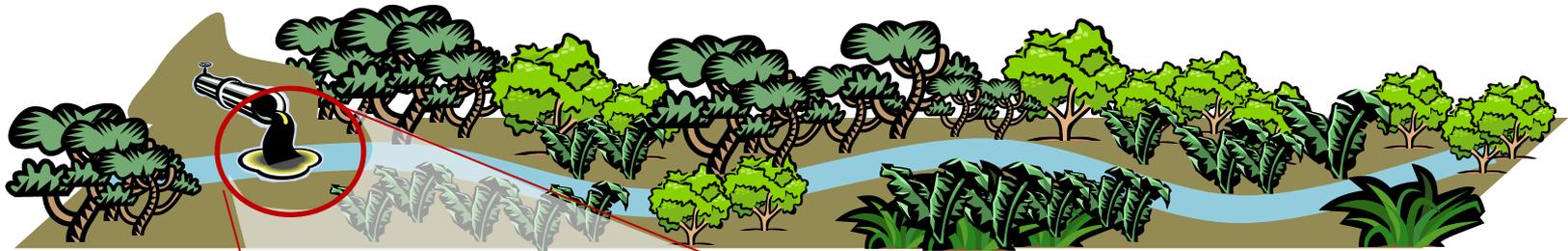
**AUTODEPURAÇÃO**





# Poluição da água

## Impactos do lançamento de efluentes

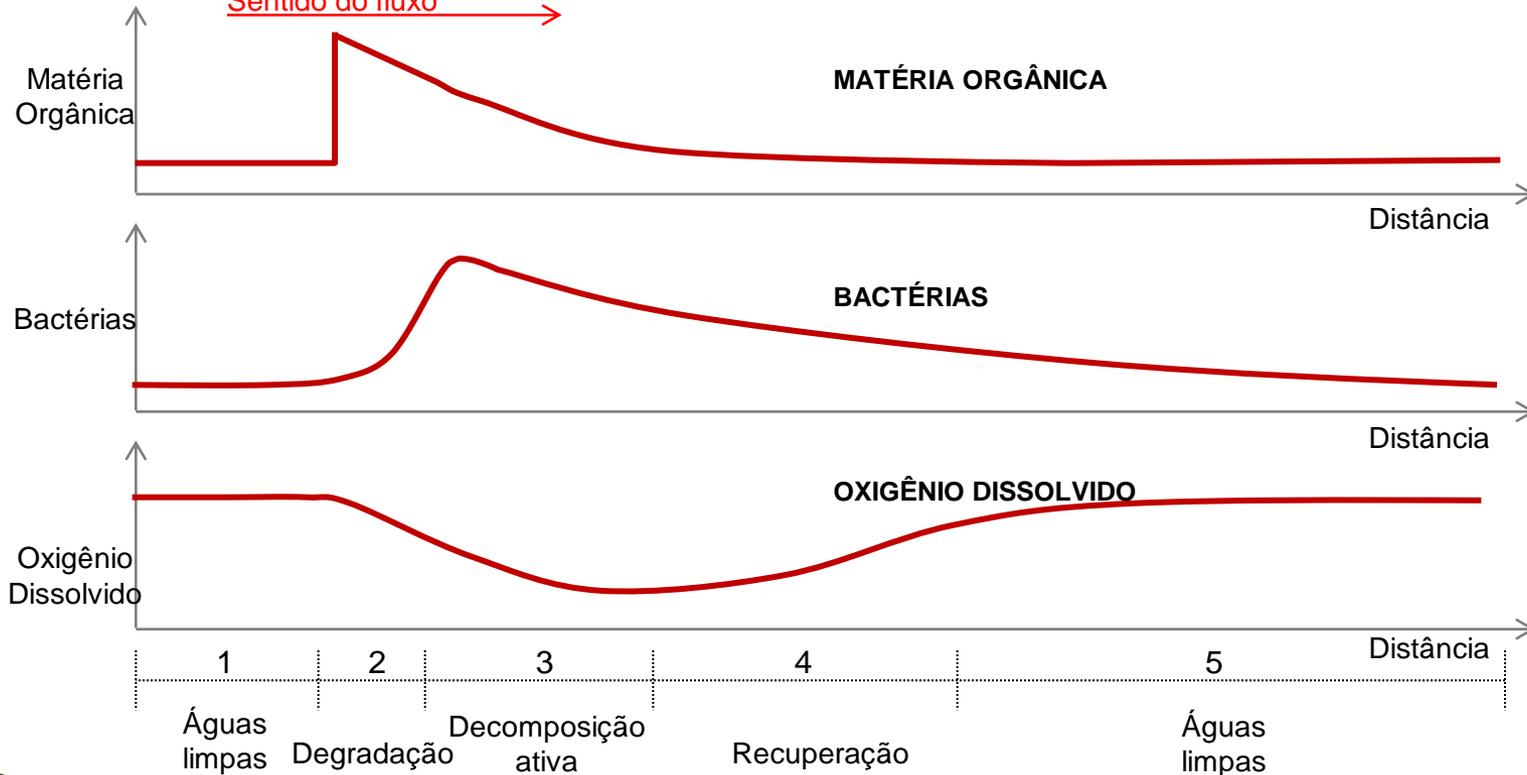


# Poluição da água

## Autodepuração



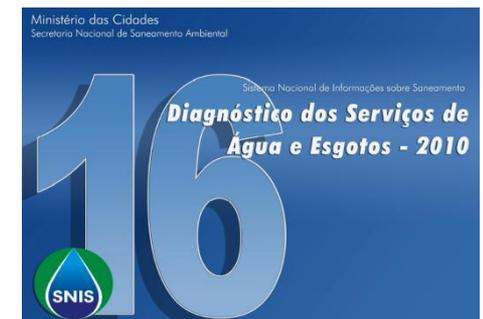
Sentido do fluxo →



## Níveis de atendimento no Brasil em relação ao esgotamento sanitário

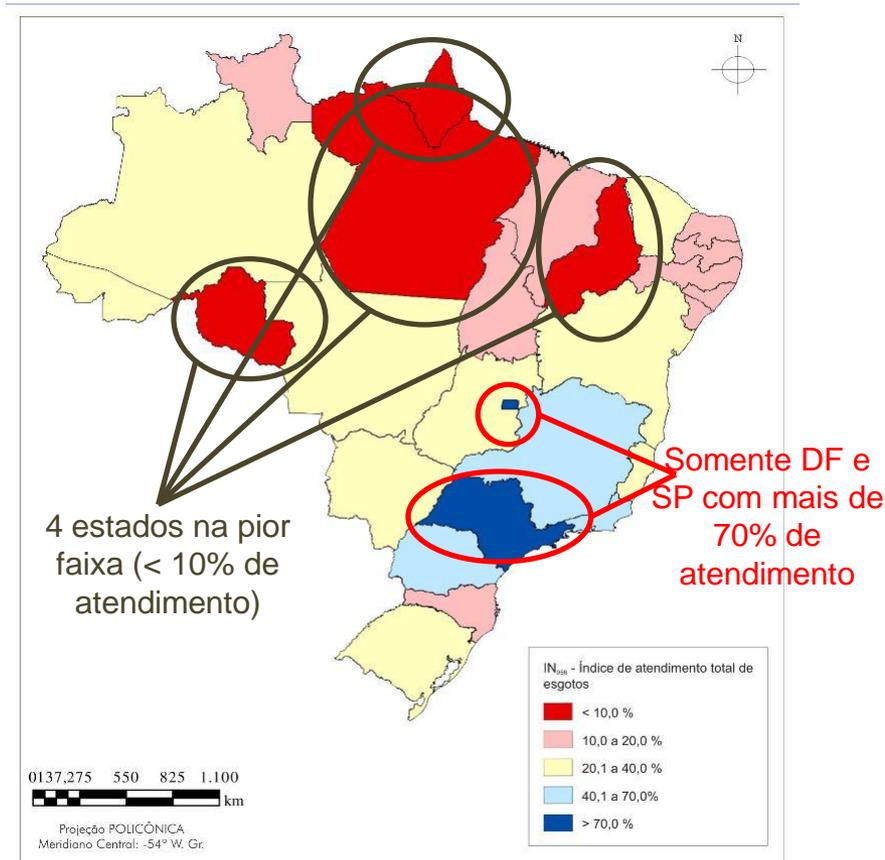
Níveis de atendimento com água e esgotos dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2010, segundo região geográfica e Brasil

| Regiões      | Índice de atendimento com rede (%) |                      |                      |                      | Índice de tratamento dos esgotos gerados (%) |
|--------------|------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--|
|              | Água                               |                      | Coleta de esgotos    |                      |  |
|              | Total                              | Urbano               | Total                | Urbano               | Total  |
|              | (IN <sub>055</sub> )               | (IN <sub>023</sub> ) | (IN <sub>056</sub> ) | (IN <sub>024</sub> ) | (IN <sub>046</sub> )                         |
| Norte        | 57,5                               | 71,8                 | 8,1                  | 10,0                 | 22,4   |
| Nordeste     | 68,1                               | 87,1                 | 19,6                 | 26,1                 | 32,0   |
| Sudeste      | 91,3                               | 96,6                 | 71,8                 | 76,9                 | 40,8   |
| Sul          | 84,9                               | 96,0                 | 34,3                 | 39,9                 | 33,4   |
| Centro-Oeste | 86,2                               | 95,3                 | 46,0                 | 50,5                 | 43,1   |
| Brasil       | 81,1                               | 92,5                 | 46,2                 | 53,5                 | 37,9   |

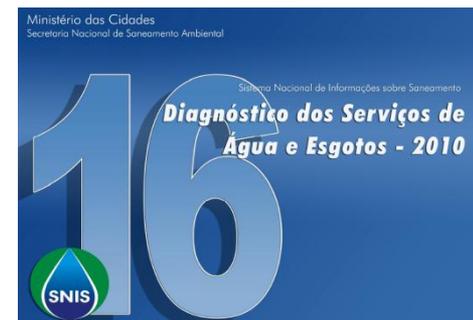


## Níveis de atendimento no Brasil em relação ao esgotamento sanitário

Índice de atendimento por **rede de coleta de esgotos**, segundo os estados brasileiros



Fonte: Malha municipal digital do Brasil, Base de Informações Municipais 4. IBGE, 2003.



## Aspectos legais aplicados ao tema



**Presidência da República**  
**Casa Civil**  
**Subchefia para Assuntos Jurídicos**

[LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007.](#)

Lei 11.445/2007 – Política Nacional de Saneamento Básico



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

RESOLUÇÃO Nº 430, DE 13 DE MAIO DE 2011

*Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.*

Resolução CONAMA 430/2011 – Lançamento de efluentes  
(Lei Federal)

Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 1, de 05 de Maio de 2008



Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

(Publicação – Diário do Executivo – “Minas Gerais” – 13/05/2008)

Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 01 –  
Lançamento de efluentes para o estado de Minas Gerais

NORMA  
BRASILEIRA

ABNT NBR  
12209

Segunda edição  
24.12.2011  
Válida a partir de  
24.12.2011

Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de  
estações de tratamento de esgotos sanitários

Hydraulic and sanitary engineering design for wastewater treatment plants

NBR 12.207 – Projetos de Estações de Tratamento de Esgotos

## Tecnologias de tratamento de esgotos

Quais os objetivos do tratamento?

Qual o nível de tratamento requerido?



Por que tratar os esgotos?



## Tecnologias de tratamento de esgotos - Tratamento preliminar

### Objetivo:

Remoção de sólidos grosseiros e areia para proteção do corpo receptor e das unidades da ETE

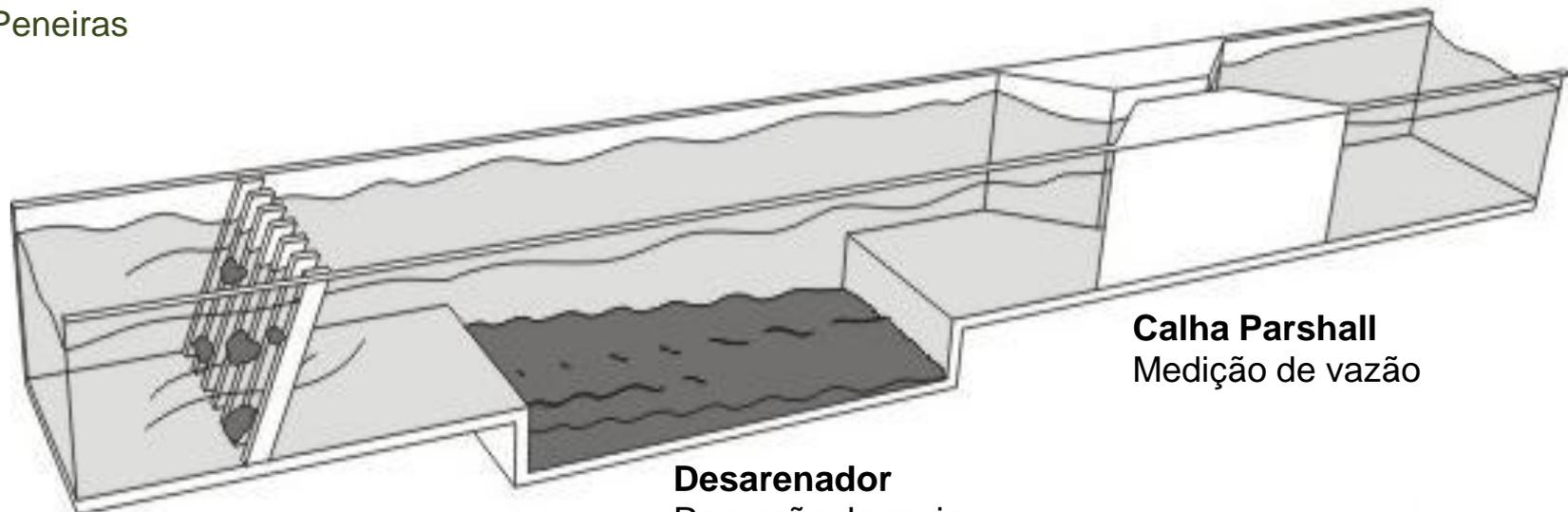
### Processo:

Físico

### Unidades:

Grade de barras, desarenador e medidor de vazão

\* Peneiras



**Grade de barras**

Remoção de sólidos grosseiros

**Desarenador**

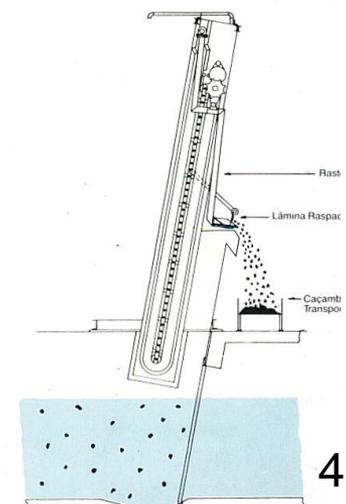
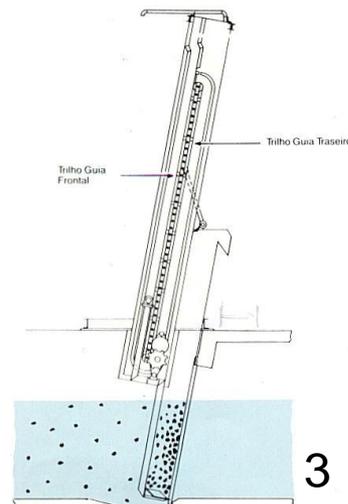
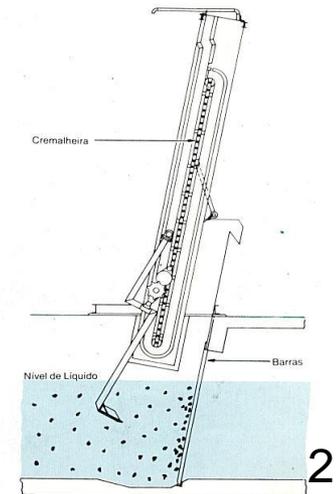
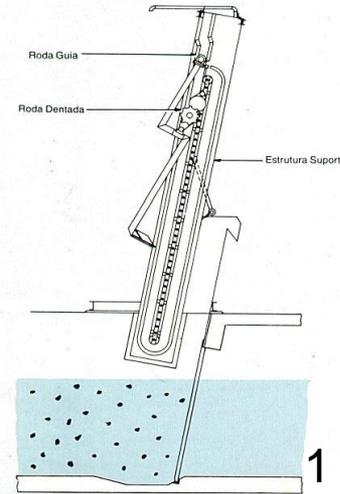
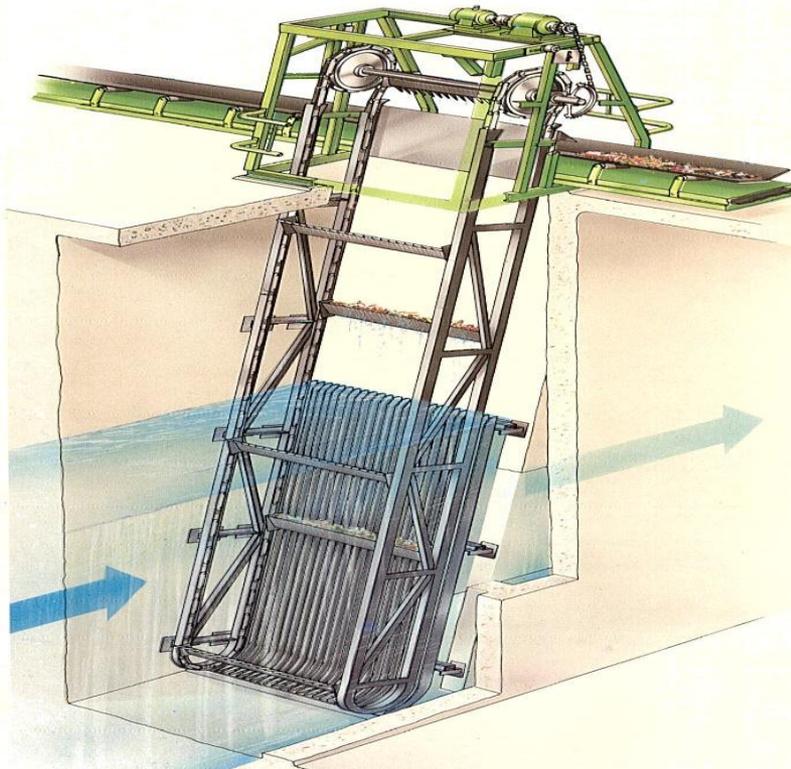
Remoção de areia

**Calha Parshall**

Medição de vazão

# Tecnologias de tratamento de esgotos - Tratamento preliminar

## Grade de barras



## Tecnologias de tratamento de esgotos - Tratamento preliminar

### Grade de barras



# Tecnologias de tratamento de esgotos - Tratamento preliminar

## Grade de barras

### Grades grossas



ETE Onça



ETE Gama

### Grades finas mecanizadas



ETE Onça

# Tecnologias de tratamento de esgotos - Tratamento preliminar

## Desarenador



**Caixa aerada**



**Canal prismático**

## Tecnologias de tratamento de esgotos - Tratamento preliminar

### Calha Parshall



## Tecnologias de tratamento de esgotos

Quais os objetivos do tratamento?

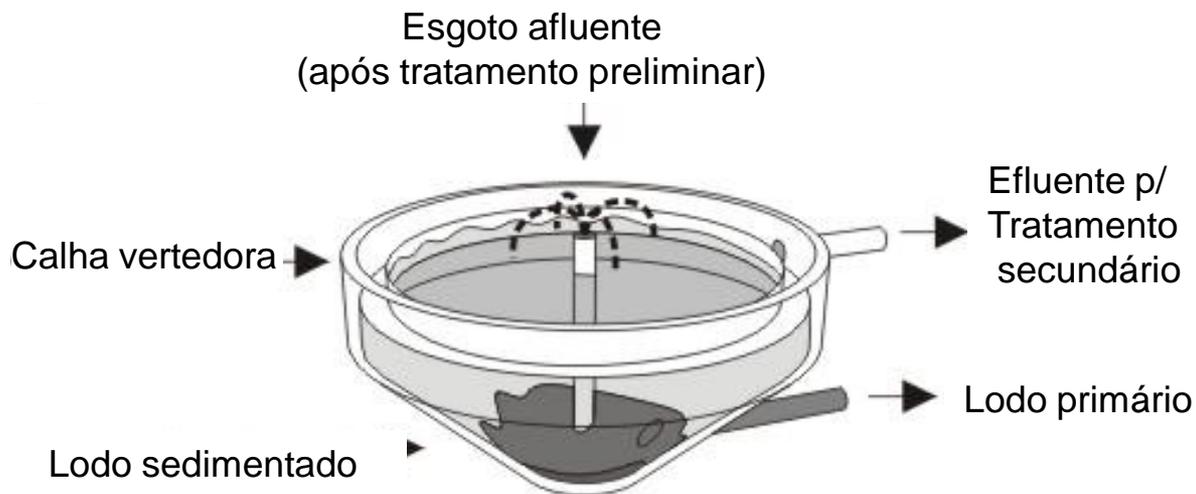
Qual o nível de tratamento requerido?



Por que tratar os esgotos?



## Tecnologias de tratamento de esgotos – Tratamento primário



**Decantador Primário**

### **Decantador primário**

Remoção de sólidos suspensos

#### Definição:

São unidades de tratamento primário que recebem os esgotos provenientes das unidades de tratamento preliminar, isentos dos sólidos removidos naquelas unidades.

#### Finalidades de remoção:

Remover sólidos sedimentáveis, permitindo que os esgotos sejam submetidos ao tratamento secundário, que tem como objetivo a remoção adicional de MO, em relação aos sólidos dissolvidos.

#### Eficiência de remoção:

SST – 40% a 60%

DBO – 25% a 35%

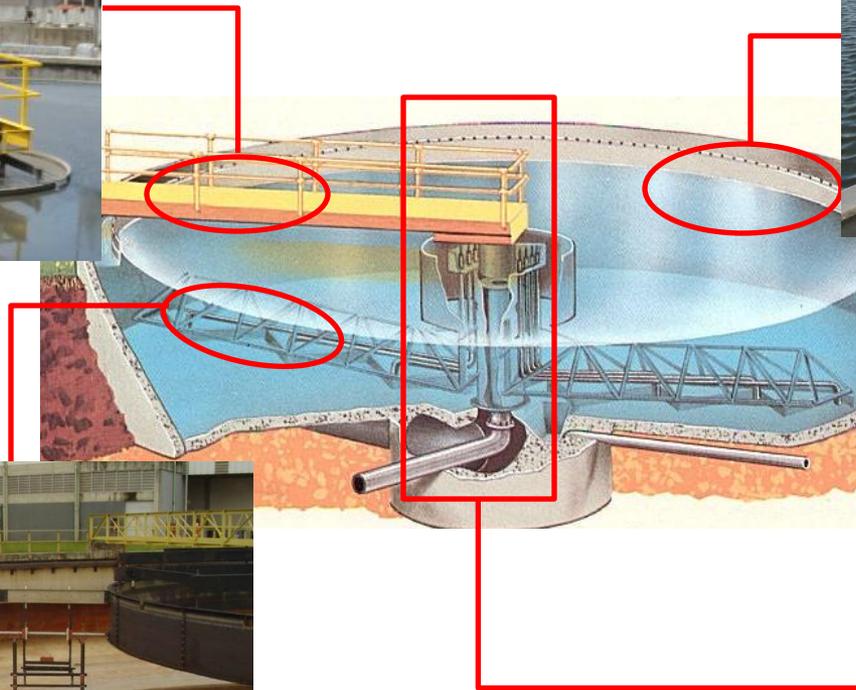
## Tecnologias de tratamento de esgotos – Tratamento primário



**Ponte raspadora**



**Calha coletora de efluente**

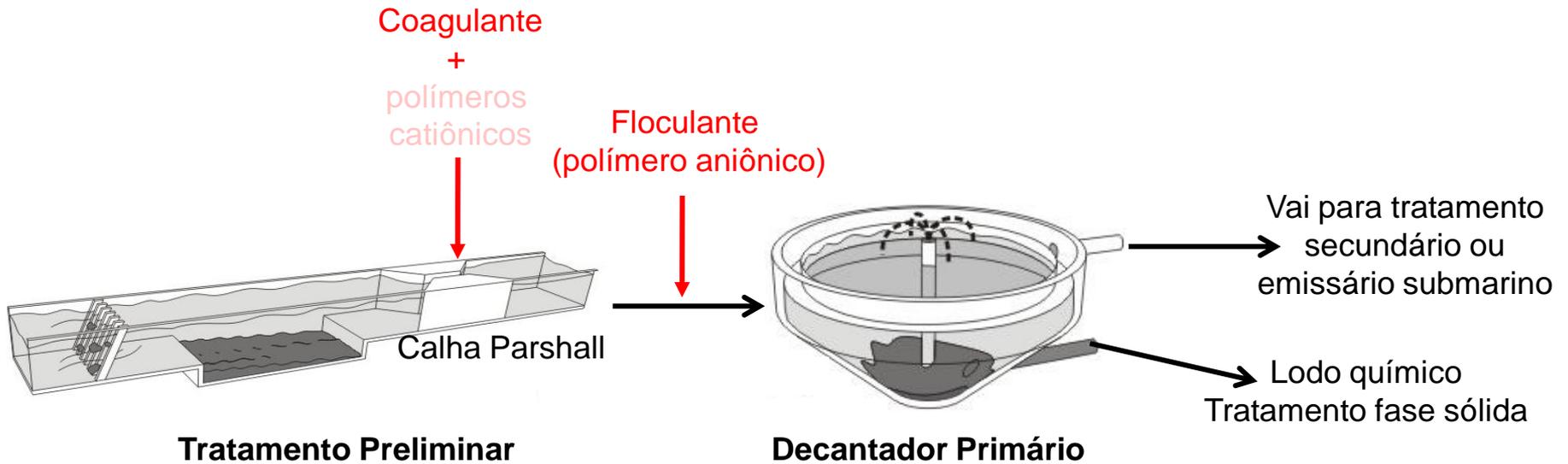


**Pás removedoras de lodo**



**Sistema de alimentação da unidade e caixa de acumulação de lodo**

## Tecnologias de tratamento de esgotos – Tratamento primário quimicamente assistido



### Coagulação (agitação rápida)

Consiste na neutralização das cargas negativas dos colóides através da adição de um produto coagulante, que permitirá a aproximação dessas partículas

### Floculação (agitação menos intensa)

Permite o encontro das partículas desestabilizadas e possibilita a formação de flocos de maior tamanho

## Tecnologias de tratamento de esgotos

Quais os objetivos do tratamento?

Qual o nível de tratamento requerido?



Por que tratar os esgotos?

Remoção de  
areia e  
sólidos  
grosseiros

Preliminar

Remoção de  
sólidos em  
suspensão



Primário

Remoção de  
matéria  
orgânica

Secundário

Remoção de  
organismos  
patogênicos

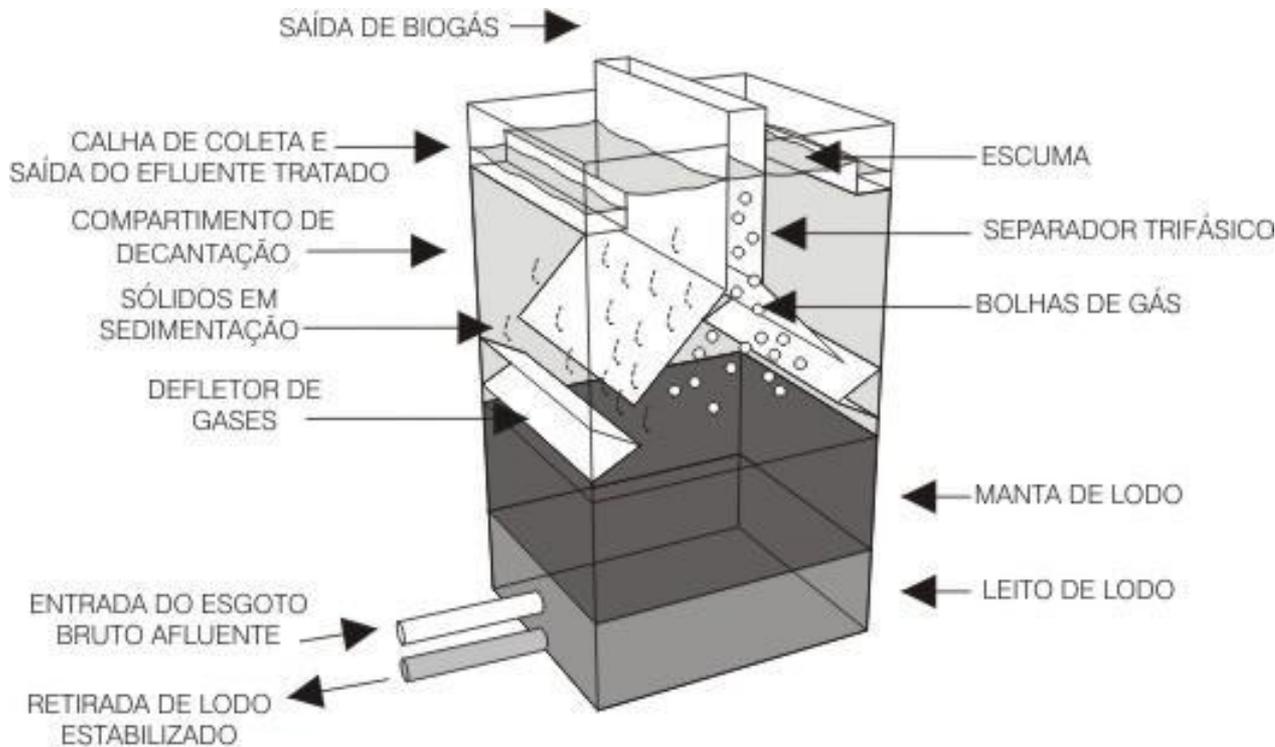
Terciário

Remoção  
de  
nutrientes

Terciário

# Tecnologias de tratamento de esgotos - Tratamento primário

## Reator UASB



### Vantagens UASB

- Sistema compacto com baixa requisição de área;
- Baixo custo de implantação e operação
- Muito baixo consumo de energia elétrica;
- Baixa produção de excesso de lodo;
- O excesso de lodo produzido é estabilizado

### Desvantagens UASB

- Alto potencial para formação de  $H_2S$ ;
- Baixa capacidade de recebimento de cargas tóxicas;
- O início da operação (start up) necessita de inoculação de lodo;
- Usualmente seu efluente não se enquadra aos padrões de lançamento de efluentes e portanto a unidade requer tratamento complementar.

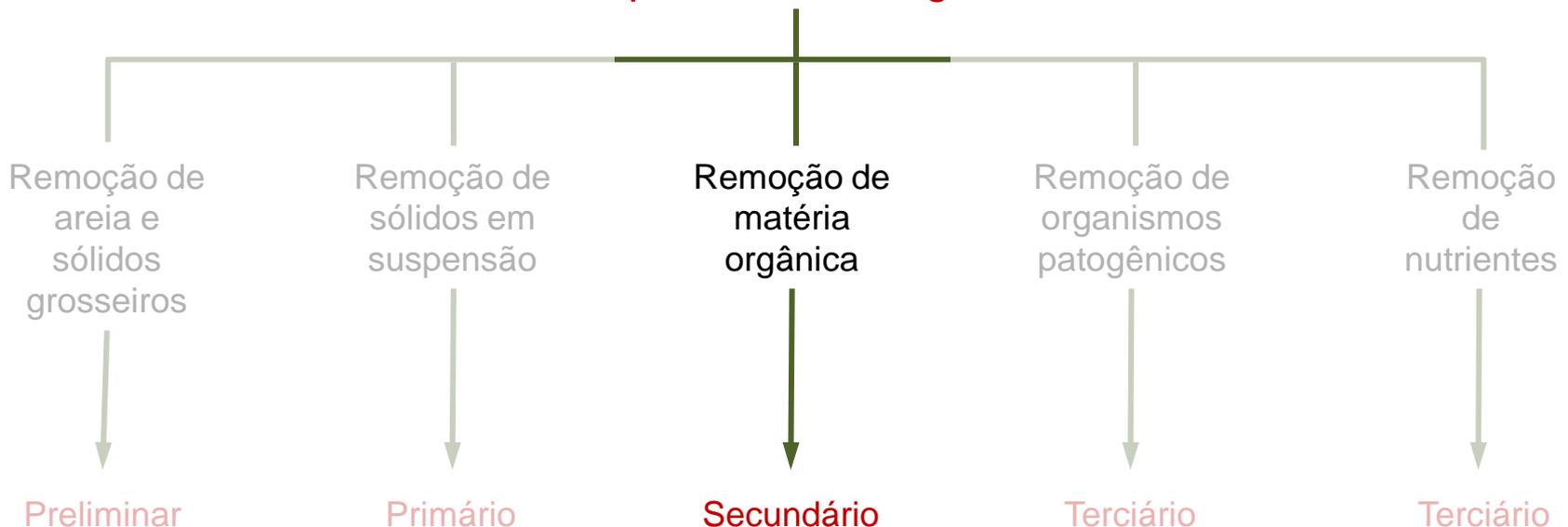
## Tecnologias de tratamento de esgotos - Tratamento secundário

Quais os objetivos do tratamento?

Qual o nível de tratamento requerido?



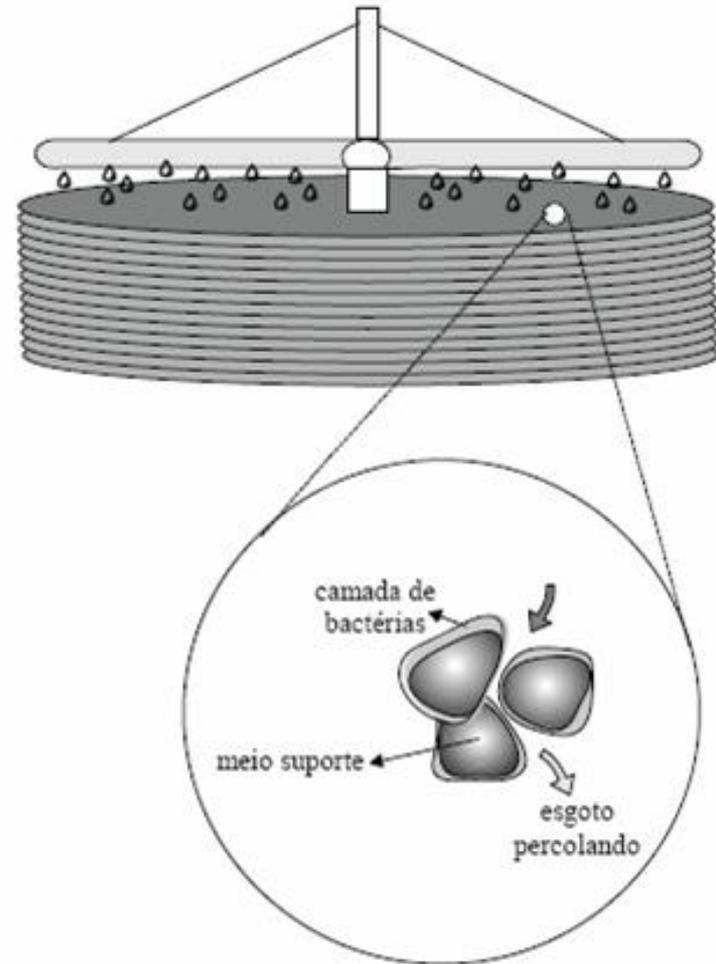
Por que tratar os esgotos?



## Tecnologias de tratamento de esgotos - Tratamento secundário

### Processos biológicos com biofilme - FBP

- Podem utilizar material suporte em pedra ou de plástico
- O ar deve circular livremente nos espaços vazios
- A matéria orgânica é adsorvida pelo biofilme, ficando retida tempo suficiente para a sua estabilização
- Não caracterizam o processo de filtração
- Não necessita de lavagem para remoção do biofilme. Este se desprende naturalmente: velocidade de escoamento, perda de capacidade de adesão em função da respiração endógena nas camadas mais internas, “explosão em função dos gases produzidos e acumulados na camada anaeróbia
- Necessidade de decantador secundário para remoção do lodo desprendido do meio suporte
- Alcançam eficiência de remoção de DBO em torno de 90%



# Tecnologias de tratamento de esgotos - Tratamento secundário

## Processos biológicos com biofilme - FBP



# Tecnologias de tratamento de esgotos - Tratamento secundário

## Processos com biomassa suspensa – Lodo ativado

### Sistemas de lodos ativados e variantes

O processo de lodos ativados é bastante utilizado em situações em que se deseja uma elevada qualidade do efluente com baixos requisitos de área. No entanto, a complexidade operacional, o nível de mecanização e o consumo energético são mais elevados, quando comparados aos outros processos de tratamento.



Tanque de areação

### Vantagens

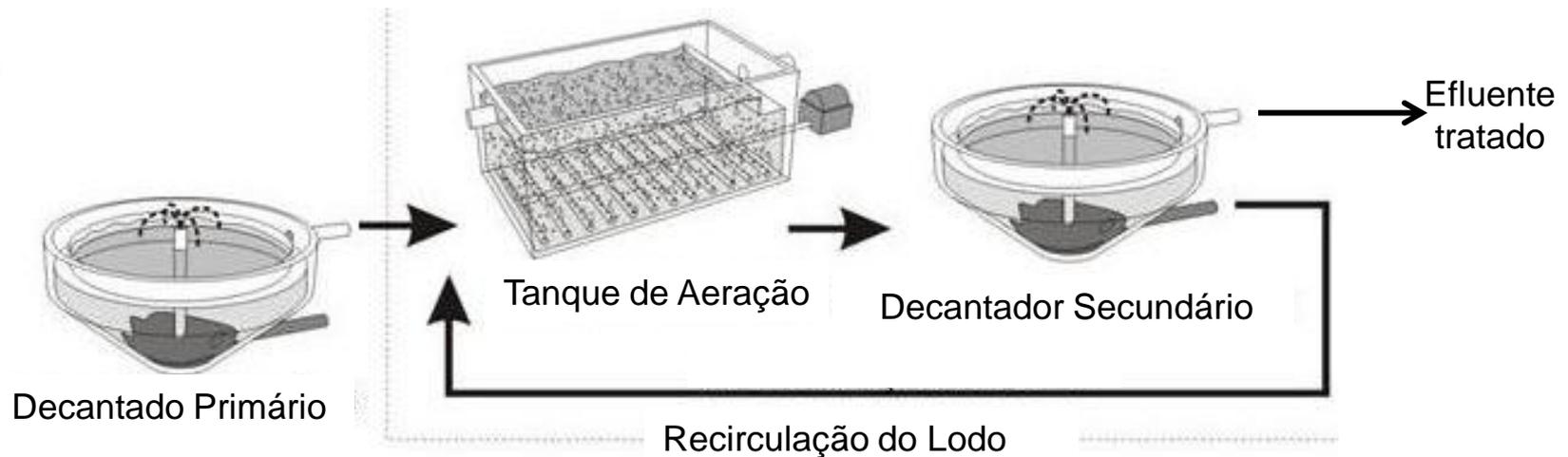
- Maior eficiência de tratamento – em relação à DBO, apresenta efluente com concentração entre 20 e 30 mg/l;
- Maior flexibilidade de operação;
- Menor área ocupada.

### Desvantagens

- Operação mais delicada;
- Necessidade de completo controle de laboratório;
- maior custo de operação;
- maior custo de implantação.
- Alta demanda de energia elétrica

## Tecnologias de tratamento de esgotos - Tratamento secundário

### Processos com biomassa suspensa – Lodo ativado



### Lodo Ativado Convencional

## Tecnologias de tratamento de esgotos - Tratamento secundário

### Processos com biomassa suspensa – Lodo ativado



**ETE Arrudas – Belo Horizonte/MG**  
1,5 milhões de habitantes



**ETE ABC – São Paulo/SP**  
1,4 milhões de habitantes

## Tecnologias de tratamento de esgotos - Lagoas de estabilização

### Lagoa anaeróbia



Predomina o processo de fermentação anaeróbia. Imediatamente abaixo da superfície não existe oxigênio

### Lagoa facultativa



Ocorrem simultaneamente o processo de fermentação anaeróbia, oxidação aeróbia e redução fotossintética

### Lagoa aerada



O oxigênio é introduzido artificialmente no meio líquido através de um sistema mecanizado de aeração. As lagoas aeradas podem ser estritamente aeradas ou aeradas facultativas

### Lagoa de maturação ou de polimento

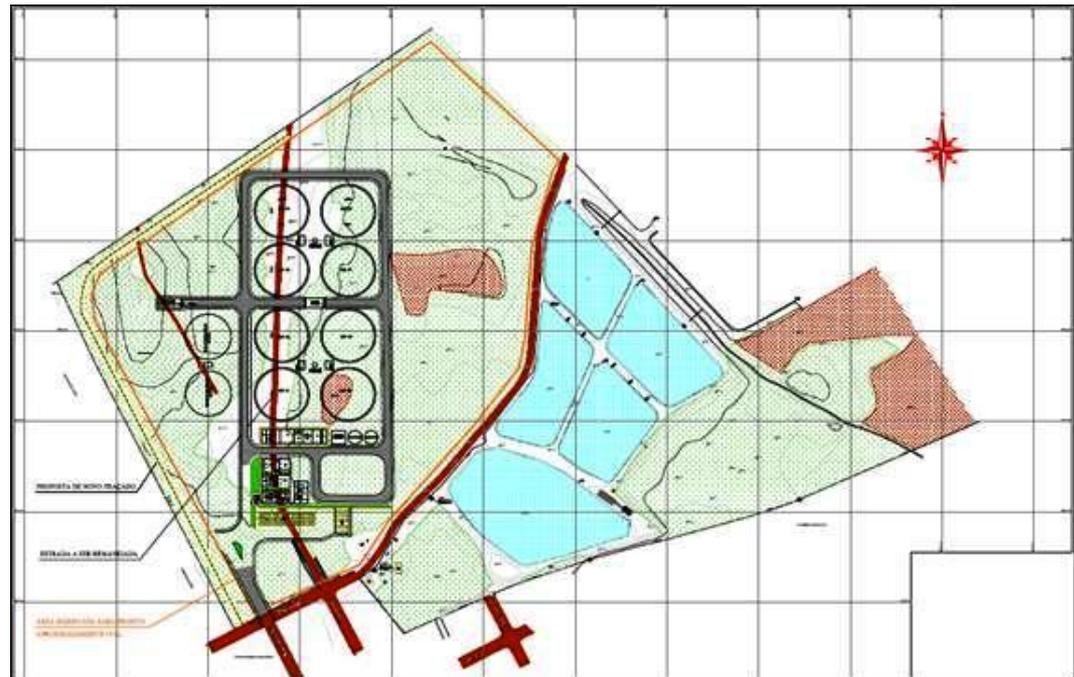


Tem como objetivo principal a remoção de organismos patogênicos. No caso do polimento, além de remover patogênicos, podem remover DBO adicional. Assim, é considerada como refinamento de outro processo biológico, em especial o UASB.

## A Nova ETE

*O que o projetista deve levar em consideração...*

- Exigências tecnológicas
- Exigências da economia
- Anseios da comunidade
- Preocupação com a operação
- Preocupação com odores, estética, custo, consumo de energia elétrica



## A Nova ETE

### Exigências Tecnológicas

- Uso de novos materiais — Meio suporte plástico
- Instrumentação e automação — Grades e decantadores mecanizados, medidores ultrassônicos, sala de operação, equipamento de controle
- Baixa produção de lodo — Lodo estabilizado ou não remoção
- Operacionalidade — Atividades de operação
- Maior eficiência de remoção de matéria orgânica — Desempenho x custo e área
- Maior eficiência na remoção de organismos patogênicos — Terciário – lagoas ou desinfecção
- Simplicidade construtiva — Custo e tempo de obra
- Simplicidade operacional — Custo e facilidade
- Flexibilidade operacional — Veraneio, águas pluviais, crescimento, etc.

## A Nova ETE

### Exigências da Economia

- Baixo consumo energético \_\_\_\_\_ Evitar aeradores, agitadores, elevatórias
- Melhor relação custo/benefício \_\_\_\_\_ Não necessariamente a maior eficiência
- Otimização dos custos de investimento e operacionais \_\_\_\_\_ Compensação dos custos na implantação ou na operação
- Menor custo de construção \_\_\_\_\_ UASB, FBP, lagoas
- Menor custo de operação \_\_\_\_\_ UASB, FBP, lagoas

## A Nova ETE

### *Anseios da comunidade*

- Redução da área ocupada \_\_\_\_\_ Ponto negativo para lagoas
- Disposição final de lodo com segurança \_\_\_\_\_ Levar em consideração tratamento da fase sólida
- Controle de odores \_\_\_\_\_ Ponto negativo para UASB, porém controlável
- Redução de impactos ambientais \_\_\_\_\_ Monitoramento de águas subterrâneas e atmosfera
- Aceitação pelo público \_\_\_\_\_ Participação do público nas decisões e educação ambiental
- Melhoria da qualidade do corpo receptor \_\_\_\_\_ Participação em programas de despoluição, decisão no âmbito da bacia, CONAMA 357 e 430
- Melhoria das condições de saúde \_\_\_\_\_ Preocupação com atendimento e crescimento populacional

## Bibliografia disponível no tema

1. JORDÃO E.P., PESSOA, C.A. **Tratamento de esgoto doméstico** – Ed. ABES. Rio de Janeiro, 2009
2. SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Coleção completa – Ed. UFMG. Belo Horizonte
3. Guias do ReCESA (Rede Nacional de Extensão e Capacitação Tecnológica em Saneamento Ambiental) – **Lodo gerado durante o tratamento de água e esgoto**. Será distribuído pela Professora em formato PDF
4. Livros do PROSAB (Programa de Pesquisa em Saneamento Básico e Ambiental): (download - <http://www.finep.gov.br/prosab/produtos.htm>)
5. Artigos técnicos (periódicos CAPES)

