

ASPECTOS TÉCNICOS
RELEVANTES PARA O
TRATAMENTO DE ESGOTO
SANITÁRIO COM REMOÇÃO DE
N E P

PEDRO ALEM SOBRINHO
PROF. TITULAR SENIOR
PHA - ESCOLA POLITÉCNICA - USP

TRATAMENTO DE ESGOTO – O INÍCIO – 1.850 – 1.900

MOTIVO

Anaerobiose de rios com maus odores

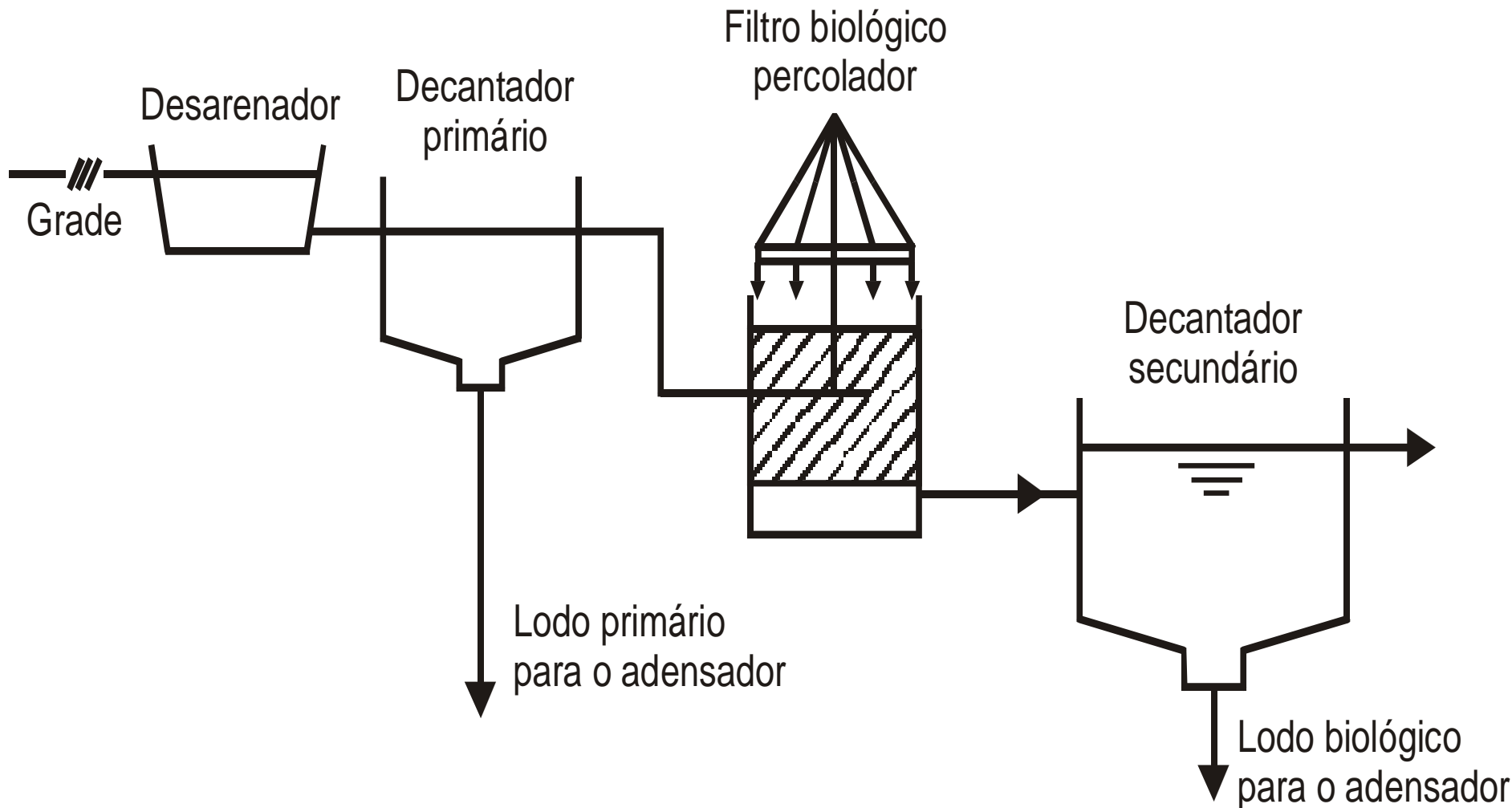
Necessidade de estabilização de
matéria orgânica – DBO

Tratar esgoto (água com 99,9% de
pureza)– remover sólidos

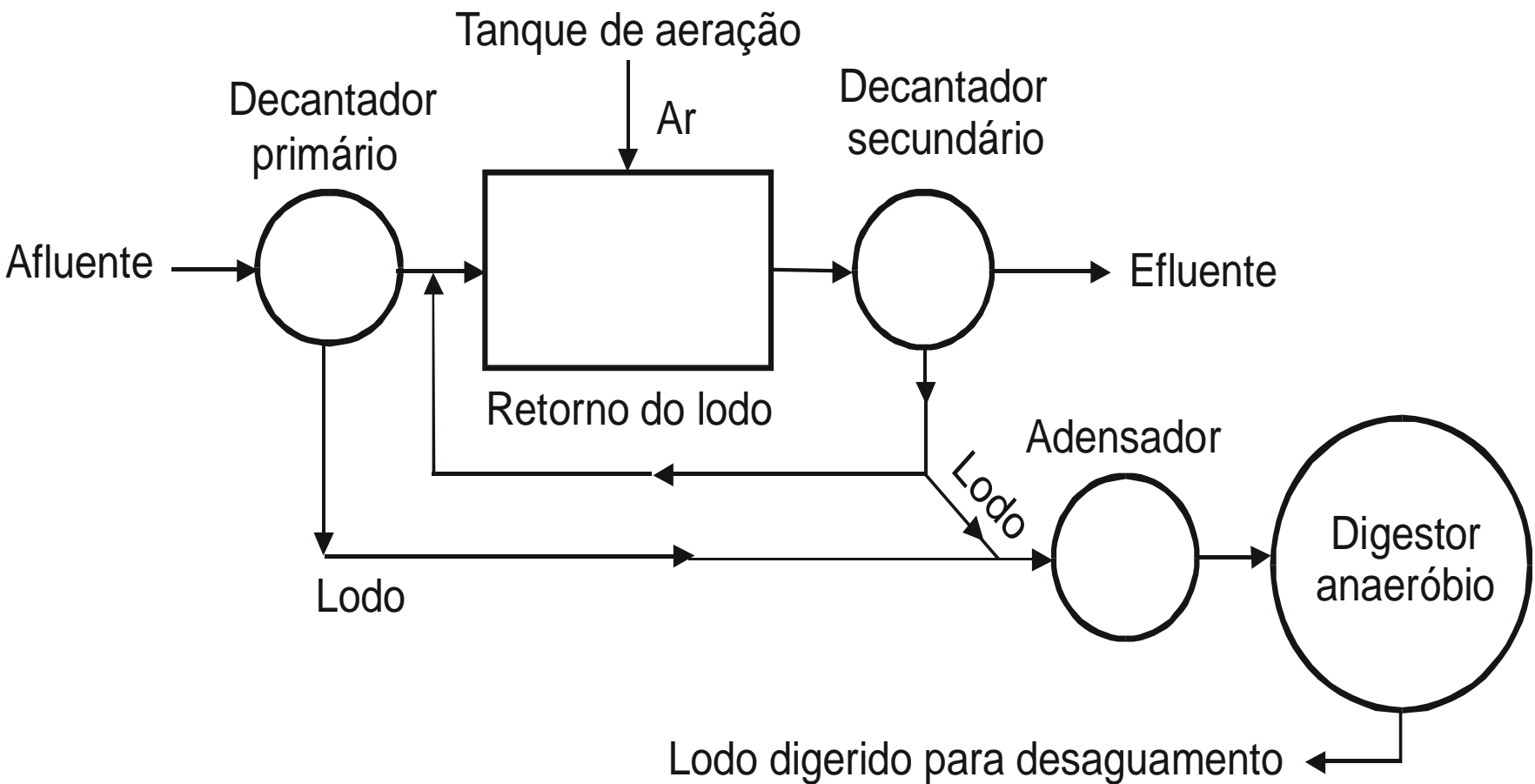
DECANTO-DIGESTORES

(Tanque séptico/Imhoff) – Problema
Espaço para lodo

SISTEMAS CLÁSSICOS – 1.880/1.890



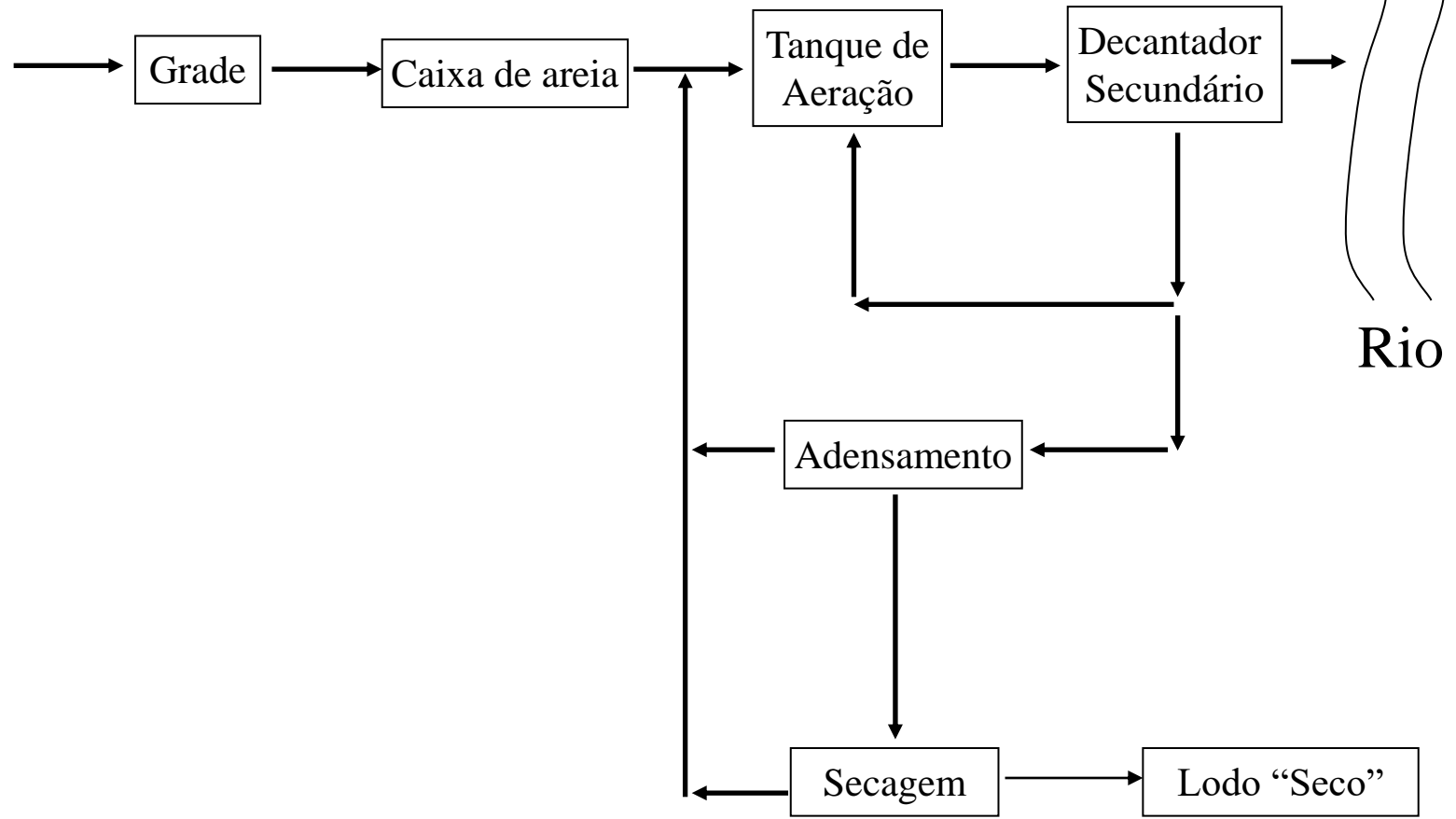
Esquema de ETE convencional com filtros biológicos de alta taxa ou de baixa taxa. Taxas de aplicação hidráulica e orgânica (DBO) – **REMOÇÃO DBO**



Esquema de ETE convencional com lodos ativados (com ou sem nitrificação). – DESCOBERTA – **1.914 – HOJE É O MAIS UTILIZADO COM VÁRIAS INOVAÇÕES.**

Antes: A/M – kgDBO/kgSSVTA.dia. – Hoje: idade do lodo.

PROCESSO DE LODOS ATIVADOS COM AERAÇÃO PROLONGADA – (preferido no Brasil nos anos 70 / 80)



INÍCIO LODO ATIVADO – AR DIFUSO -

Durante vários anos se usou no Brasil

AERADORES SUPERFICIAIS



TANQUES DE AERAÇÃO

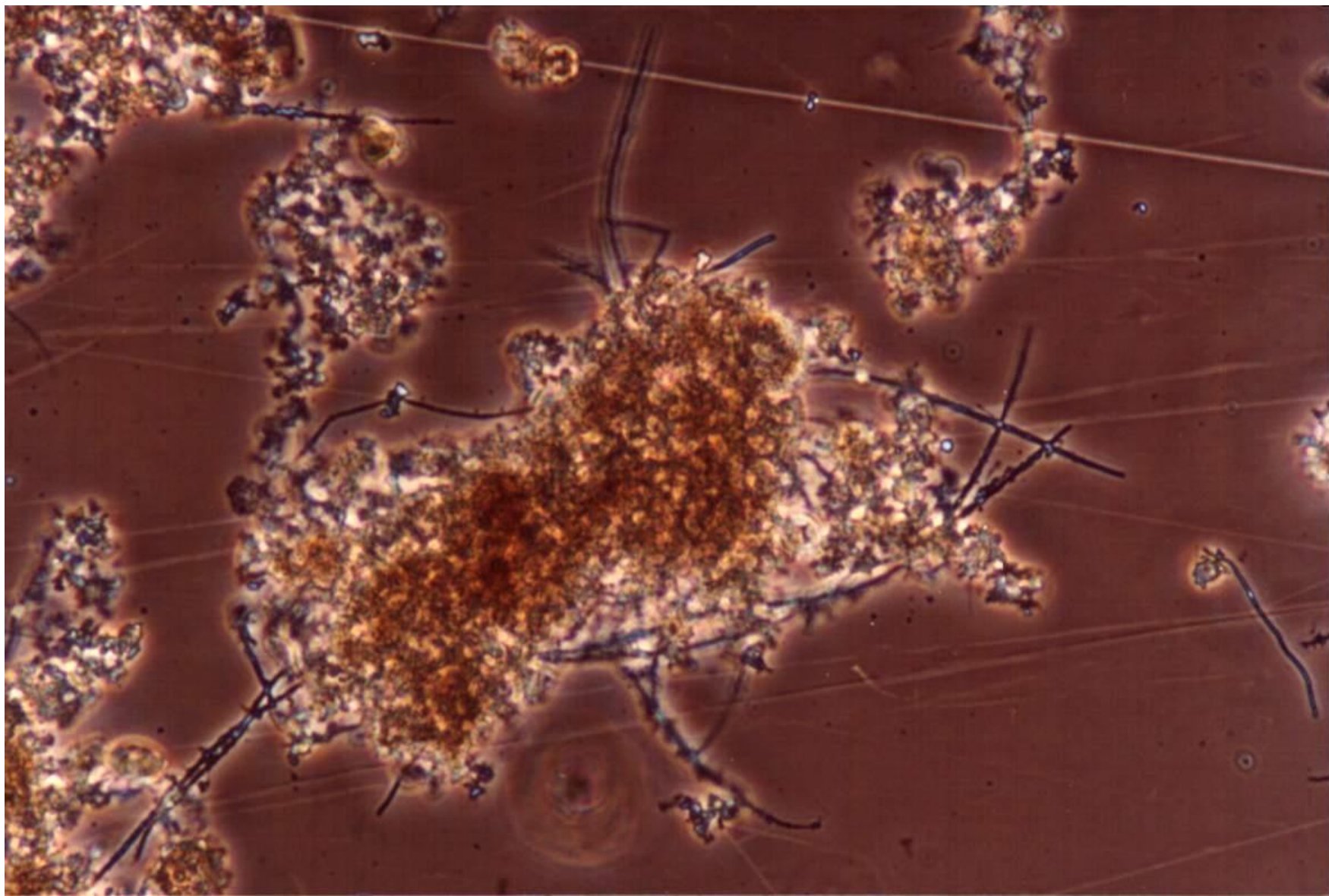


SISTEMAS DE AERAÇÃO POR AR DIFUSO – hoje muito mais usado – menor consumo de energia

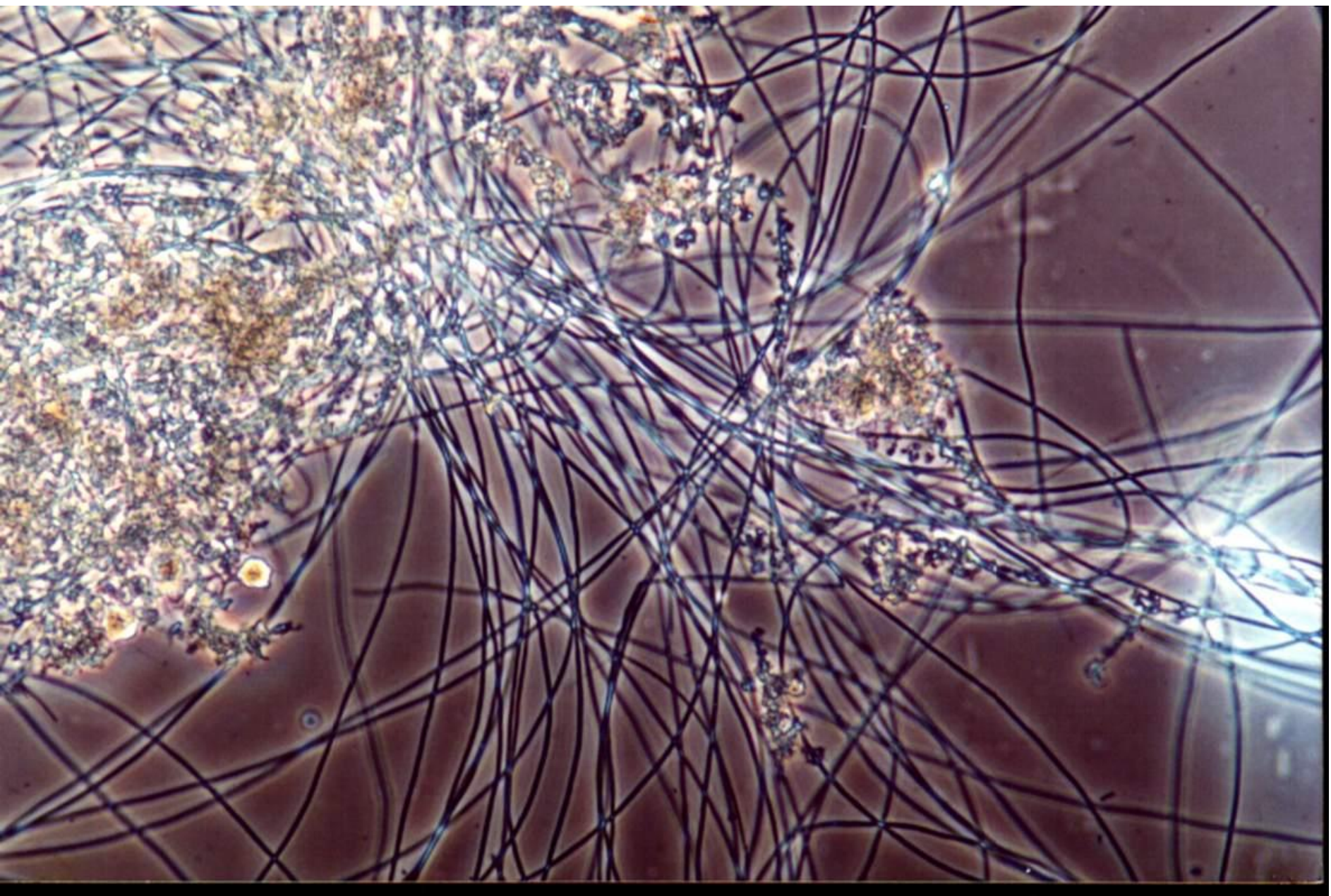




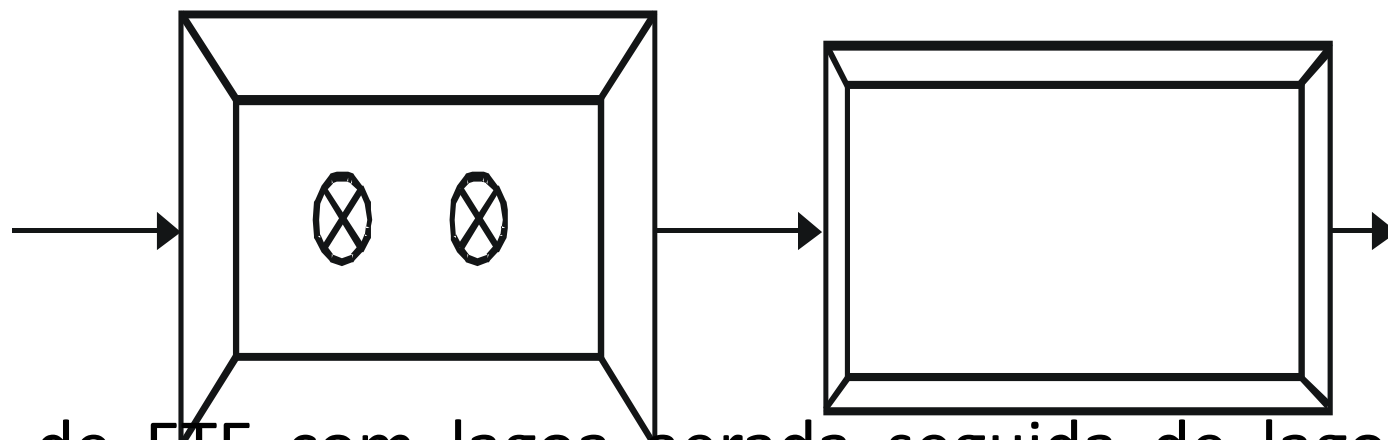
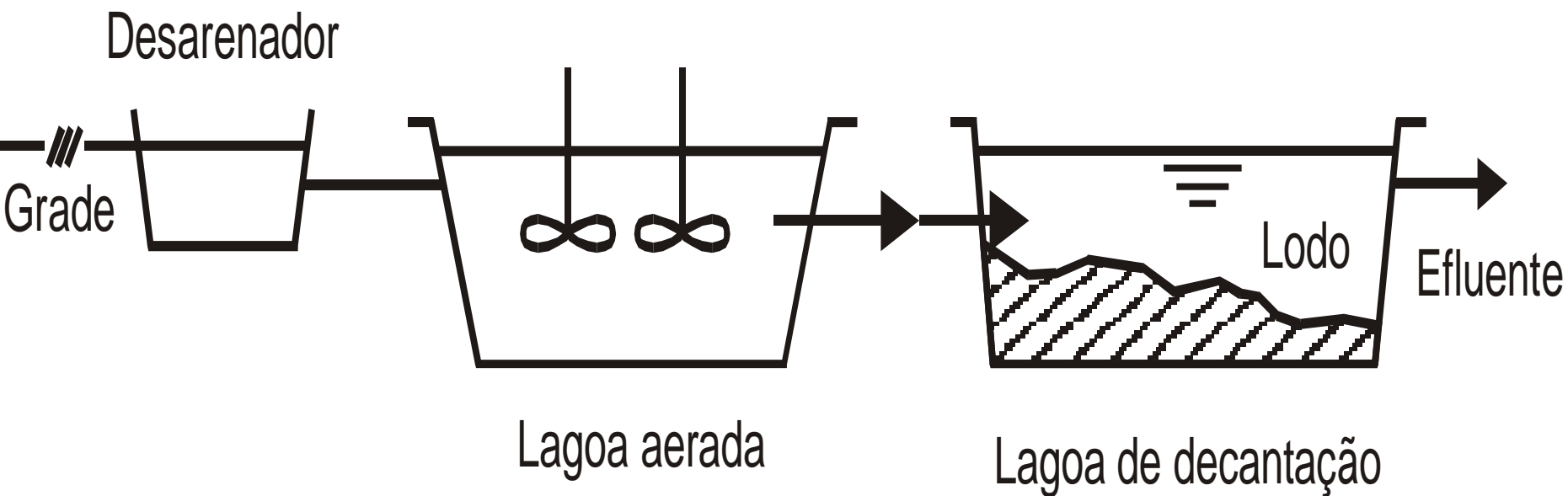
Decantador Secundário – Resiste desde o século 19. DEVE IR LONGE



•CONDIÇÃO OPERACIONAL MUITO BOA



•Lodo Ativado “Filamentoso” –CONDIÇÃO MUITO RUIM.



Esquema de ETE com lagoa aerada seguida de lagoa de decantação. SIMPLIFICAÇÃO USADA 1.960/70s.

SÓ DBO – libera N e P na lagoa de decantação

T = 3 dias nas lagoas aeradas e 2 nas de decantação

LAGOAS AERADAS





TRATAMENTOS BIOLÓGICOS AERÓBIOS PRECEDIDOS DE TRATAMENTO ANAERÓBIO

A GRANDE REVOLUÇÃO NO
BRASIL – 1.980/1.990

A GRANDE PROMESSA

O FRACASSO

O NOVO SUCESSO (PROSAB) –
PROBLEMAS OBSERVADOS

DIMENSIONAMENTO DE UASBs

basicamente hidráulico para esgoto sanitário

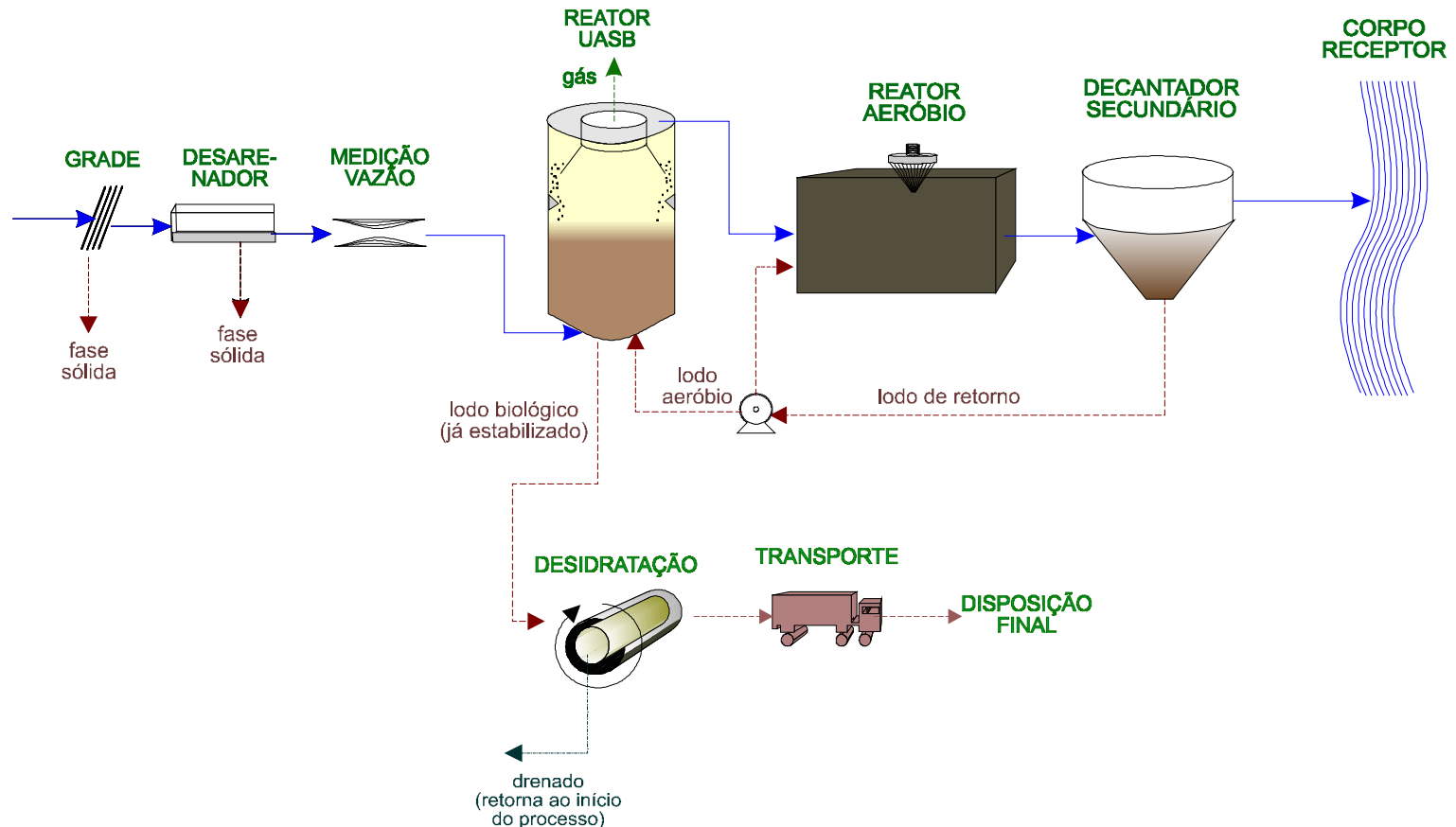
- Parâmetros a serem observados para se obter eficiência na faixa de ~60 a 75 % de remoção de DBO, DBO ~ 100 mg/L, bem como para reter e digerir o lodo secundário produzido no tratamento complementar: **tem apresentado problemas de arraste de lodo**
- Velocidade de passagem do líquido da zona de reação para a zona de decantação $v_p \leq 4 \text{ m/h}$, para Q_{max} .
- Taxa de escoamento superficial na zona de decantação
- $q_A \leq 1,2 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{h}$, para Q_{max} .
- Profundidade útil - $h = 4,0 \text{ a } 6,0 \text{ m}$
- Tempo de detenção hidráulico $\geq 8 \text{ h}$ para vazão média (f(temper.)

VARIANTES DO PROCESSO

Sistema UASB - lodo ativado

—só remoção DBO

REATOR UASB SEGUÍDO POR LODOS ATIVADOS



LODOS ATIVADOS

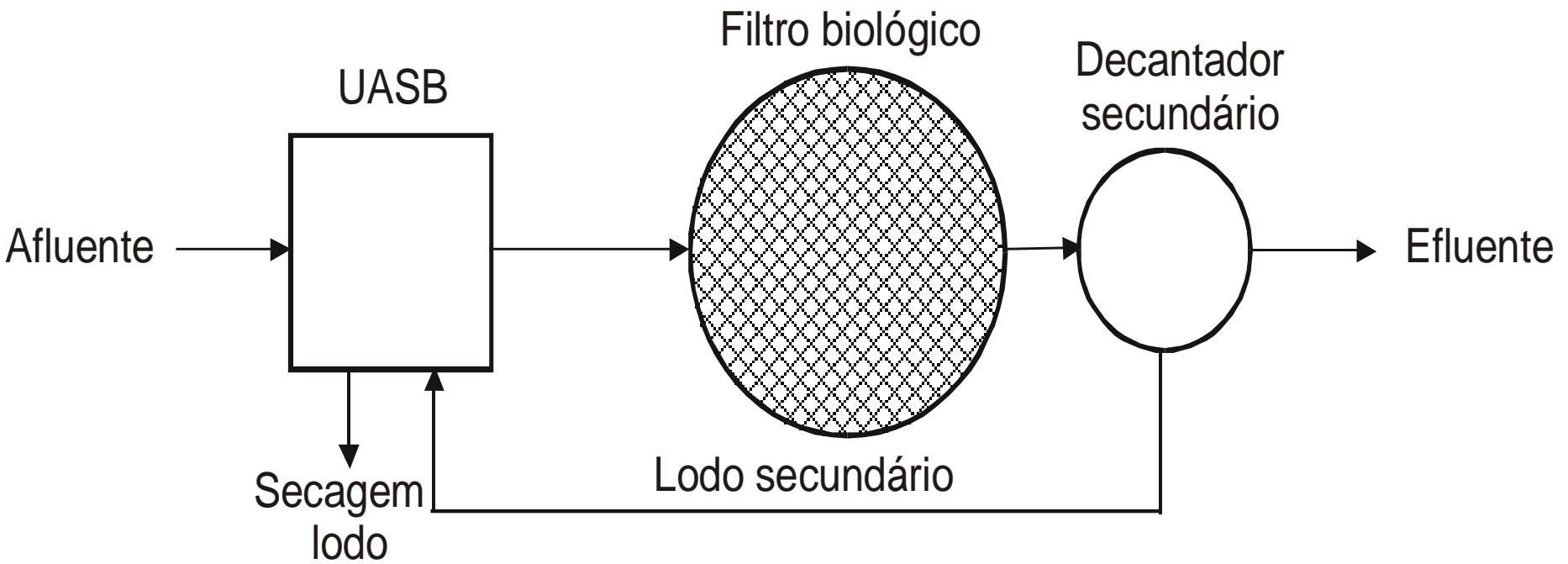
Reator UASB - lodos ativados

Vantagens:

Desvantagem:

Lodos Ativados x UASB + L.A.

- **Vantagens** de UASB + Lodos Ativados
 - Substancial redução no consumo de energia
 - Pequena redução na produção de lodo
 - Menor número de unidades diferentes
 - Menor necessidade de equipamentos
- **Desvantagens** de UASB + Lodos Ativados
 - Bem menor capacidade de remoção biológica de N e P
 - Problemas de odores – gás metano no efluente –
recomendável stripping no efluente dos UASBs.



Esquema de ETE com reator UASB seguido de filtro biológico de alta taxa. **PROBLEMAS DE ESPUMA e TRATAMENTO DO LODO SECUNDÁRIO. MUITO BAIXA REMOÇÃO DE N E P**

ETEs COM REMOÇÃO DE
NITROGÊNIO (década de 1960)
E FÓSFORO (1.980)
BASE – SISTEMA DE LODO
ATIVADO MODIFICADO

· LEGISLAÇÃO – CLASSE 2

DBO ≤ 5 mg/l

· OD > 5 mg/l

· N amoniacal $3,7$ mgN/l - pH $\leq 7,5$

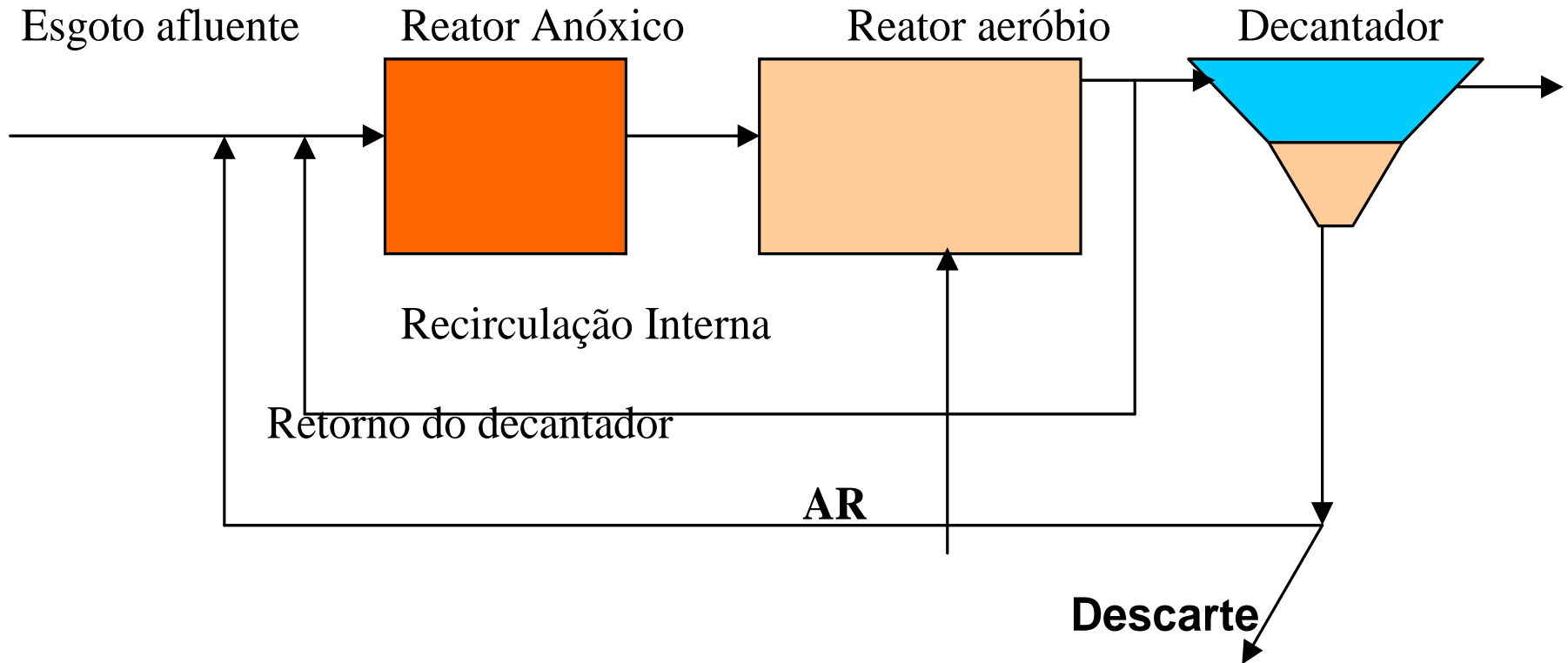
· Namoniacal $2,0$ mgN/l - pH = $7,5$ a $8,5$

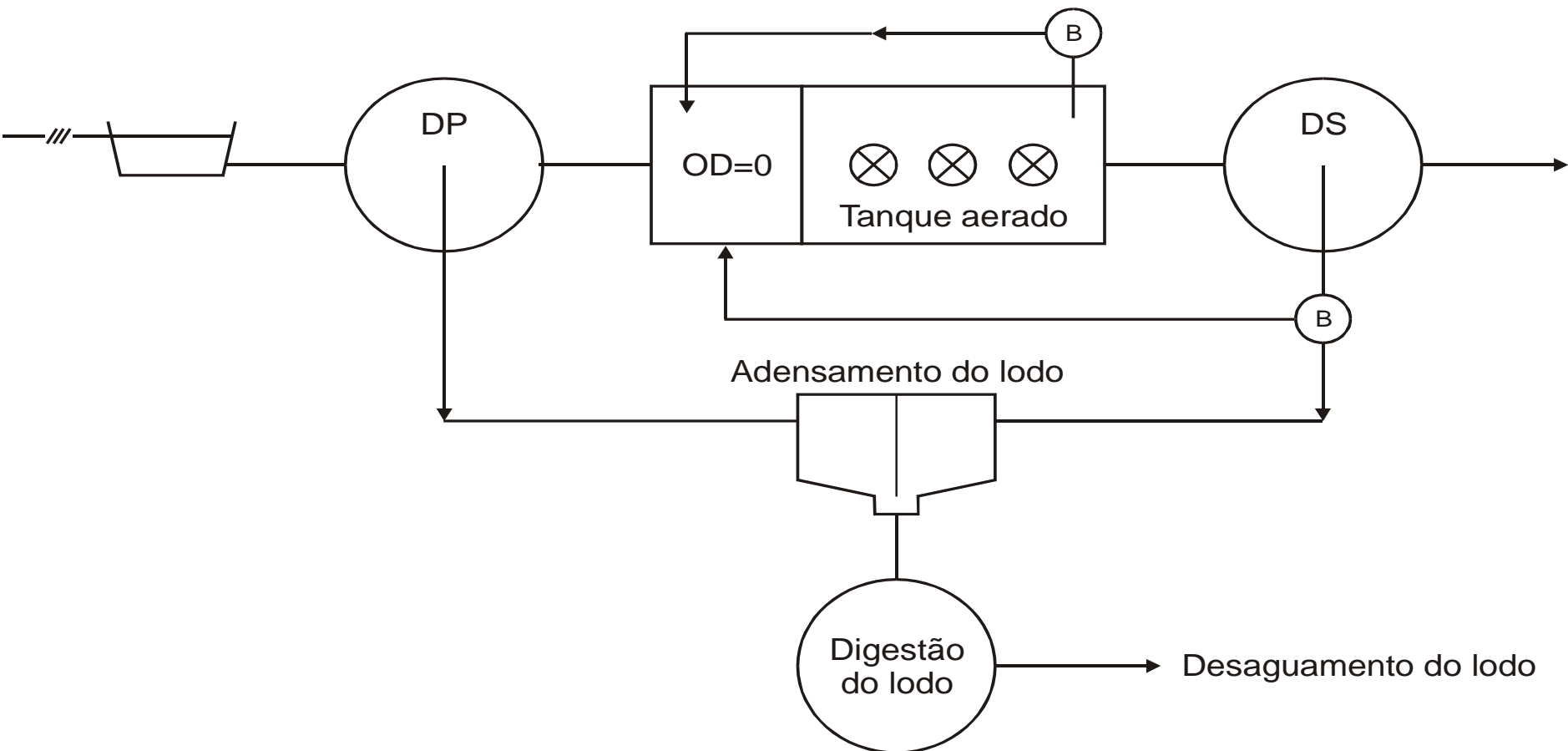
· Nitrato ≤ 10 mg N/l

· Fósforo $\leq 0,1$ mg P/l ambiente lótico

· Fósforo $\leq 0,02$ mgP/l ambiente lentic

ETE LODO ATIVADO COM REMOÇÃO DE NITROGÊNIO

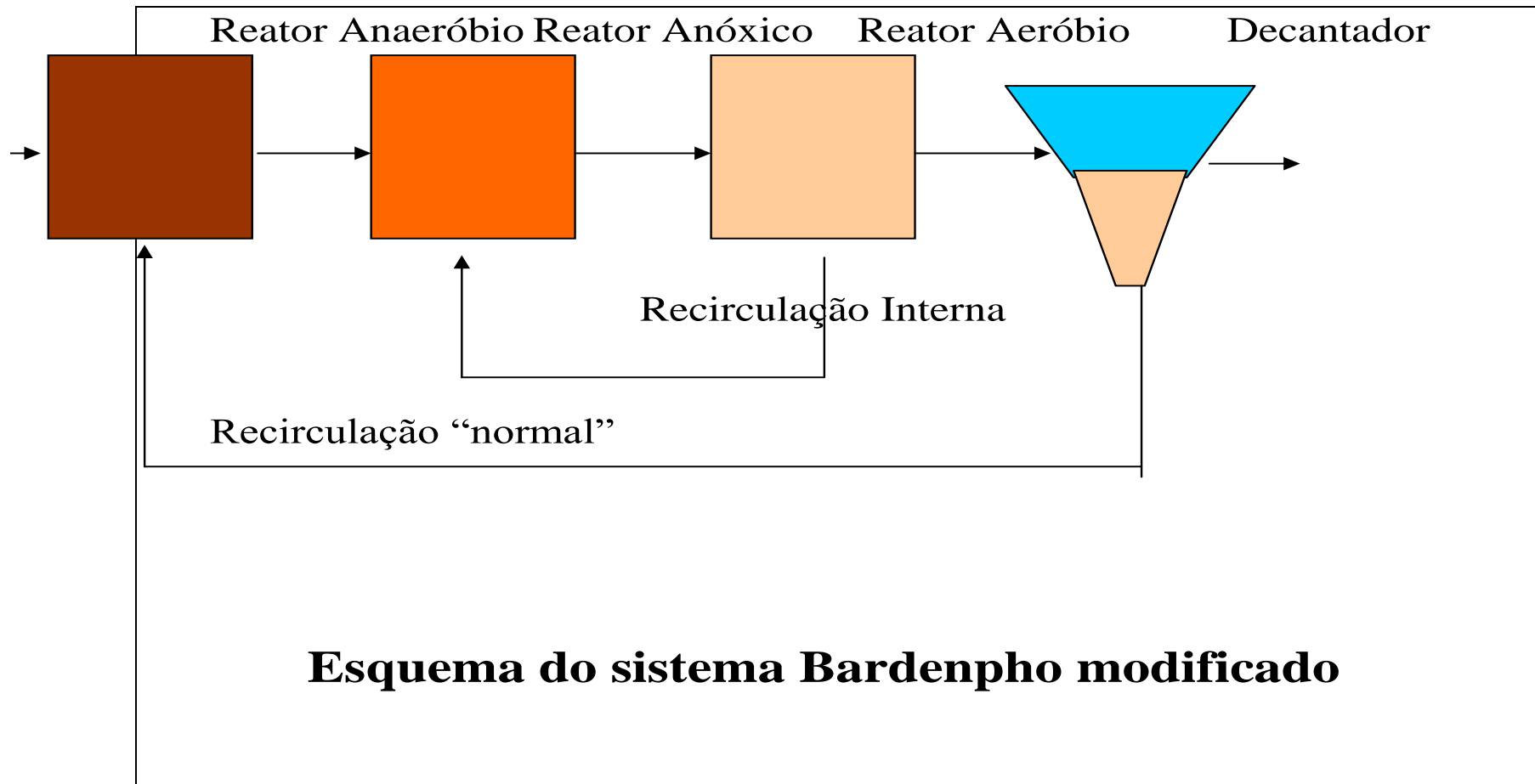


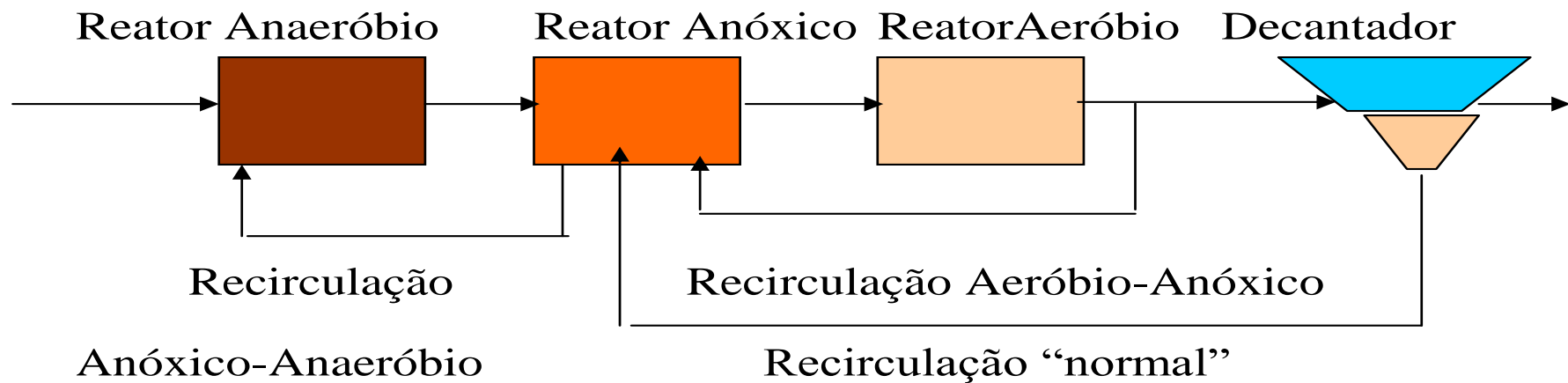


Esquema de ETE com decantador primário, lodo ativado com nitrificação/desnitrificação, adensador e digestor de lodo. **Com aplicação de FeCl_3 a montante dos decantadores primário e secundário remove P.**

REMOÇÃO BIOLÓGICA DE N e P – TRATAMENTO DO LODO PROBLEMÁTICO

Com aeração prolongada remove pouco P

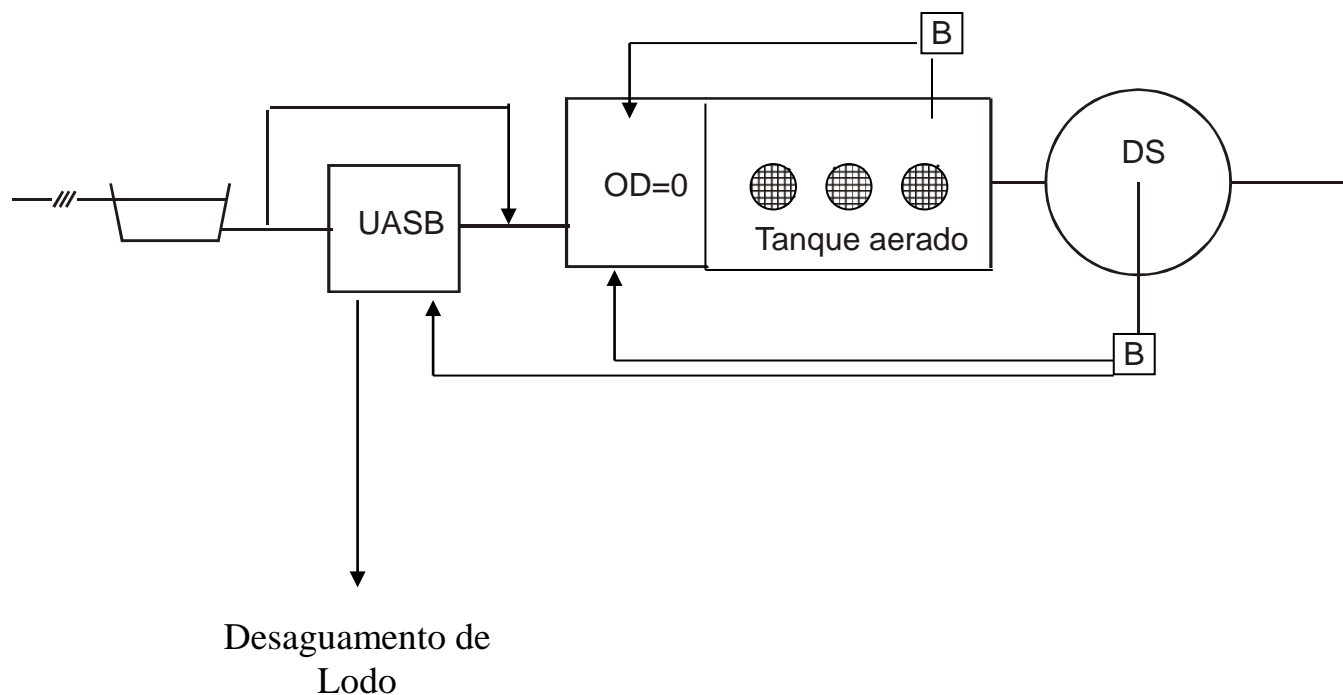




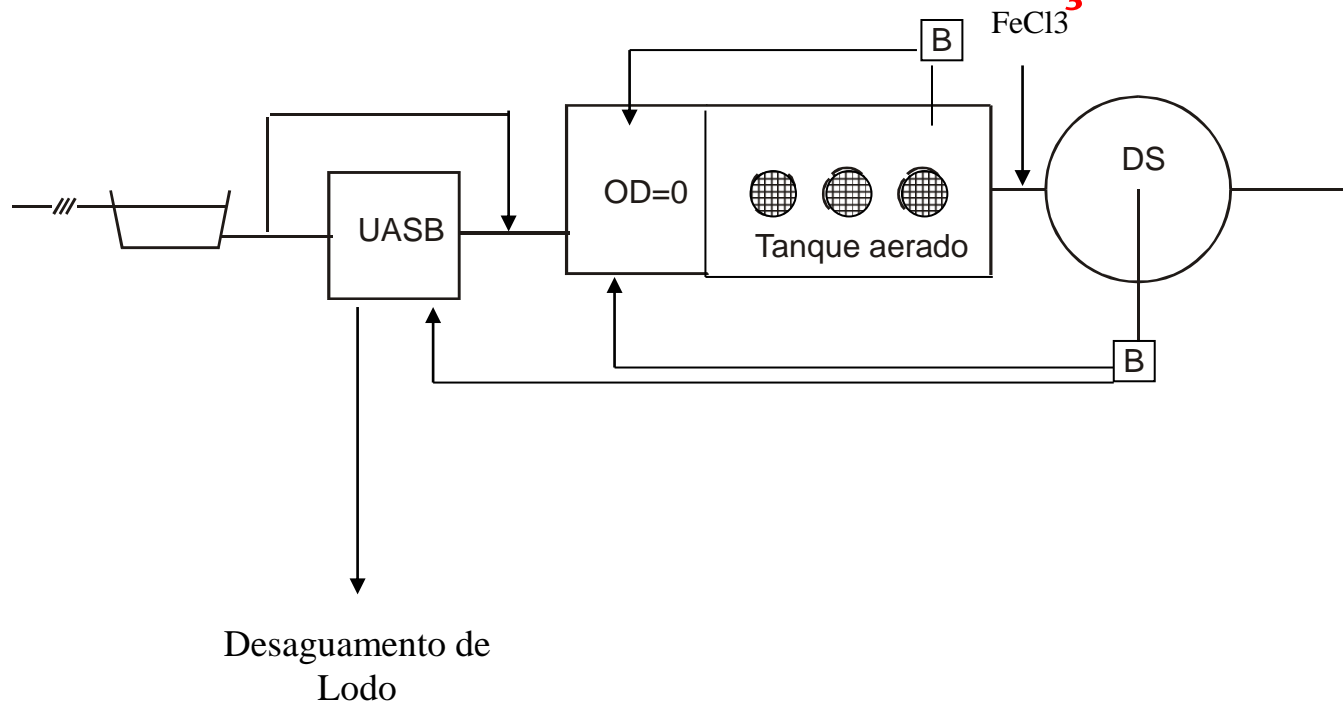
Esquema do sistema UCT modificado

**REMOÇÃO BIOLÓGICA DE N e P –
Pode associar aplicação de FeCl_3**

Esquema de ETE com UASB, lodo ativado com nitrificação/desnitrificação parcial **baixa remoção de N**
Remoção química de P com aplicação de FeCl_3 em tratamento terciário a jusante do decantador secundário



Esquema de ETE com UASB, lodos ativados
com nitrificação/desnitrificação parcial e
>remoção química de P – Tratamento terciário
com +FeCl₃ e filtração



ETEs utilizando material suporte de biomassa.

- BIOFILTROS – Leito Fixo
- MBBR – leito móvel sem reciclo lodo
- IFAS – leito móvel com reciclo de lodo
(área específica 300 a 1.000 m²/m³)

Vantagens especialmente em casos de limitação de área para a ETE, ou ampliação de capacidade, com poucas obras civis.

Basicamente mesma base de tratamento biológico para remoção de matéria orgânica e nutrientes – N e P.

ETEs UTILIZANDO MEMBRANAS.

(Nova revolução no tratamento de esgoto -futuro)

Basicamente mesma base de tratamento biológico para remoção de matéria orgânica e nutrientes – N e P

PROBLEMA DO LODO CONTINUA

MEMBRANAS EM SUBSTITUIÇÃO AOS
DECANTADORES SECUNDÁRIOS

- Produção de efluente final de melhor qualidade
- Maior eficiência na remoção de fósforo pela remoção de SS
- Reuso
- Custo das membranas vem caindo. Membranas importadas

PRODUÇÃO E TRATAMENTO DO LODO

Em desenvolvimento algumas tecnologias para diminuir a produção de lodo na ETEs –

- Produção de lodo classe A

 - Digestão termofílica

 - Estufas agrícolas

 - Secadores térmicos

 - Compostagem

- Produção de Energia com lodo não digerido (Viena)