

# Curso de Tratamento de Águas Residuárias

ENG. JOSÉ M. DE AZEVEDO NETTO

Professor Catedrático da Universidade de São Paulo.

## 2.<sup>a</sup> Parte

### CAPÍTULO XII

#### PROCESSO DOS LODOS ATIVADOS

##### 12.1 — O Processo

O processo dos lodos ativados consiste na agitação de uma mistura de águas residuárias com um certo volume de lodo biologicamente ativo, mantido em suspensão na presença de uma quantidade adequada de oxigênio, durante o tempo necessário para elaborar e flocular uma grande parte de substâncias coloidais, seguida de uma decantação para separar o lodo produzido. A atividade do lodo é assegurada e mantida pela aeração adequada. Os lodos ativados obtidos na decantação secundária são, em grande parte, retornados ao processo e a quantidade em excesso é disposta pelos métodos usuais (digestão).

O efluente dos decantadores é um líquido bem clarificado e de baixa demanda bicquímica de oxigênio. Frequentemente, o excesso de lodos ativados (a parte não retornada aos tanques de aeração) sofre uma concentração (eliminação de parte da água) antes do seu tratamento. Essa concentração pode ser feita quer utilizando-se o próprio decantador primário, que nesse caso deve ser dimensionado para receber êsse excesso de lodos, quer encaminhando-se os lodos para um tanque especialmente projetado para essa finalidade (concentrador ou adensador de lodos).

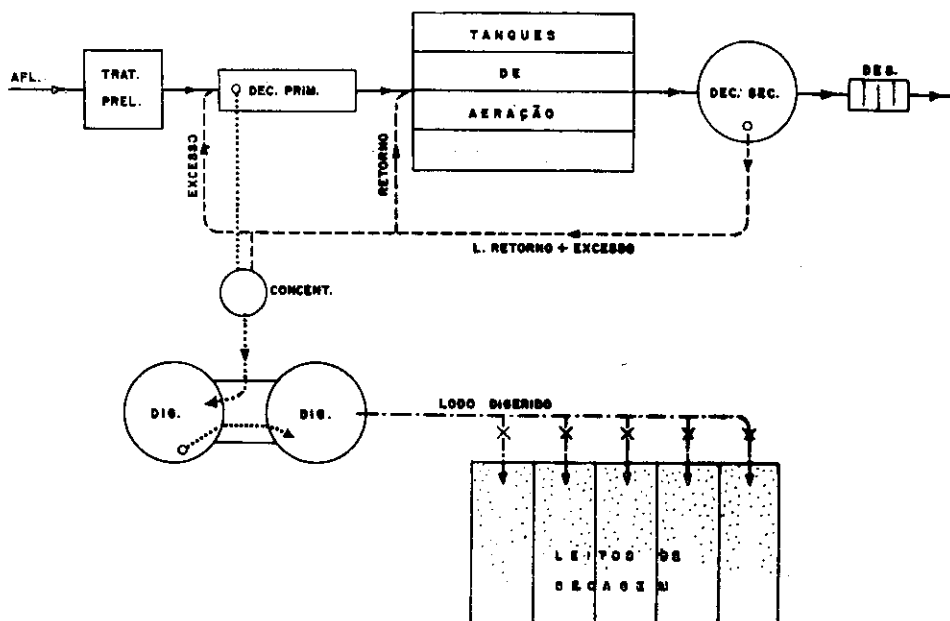


Fig. 1

Esquema de uma instalação de lodos ativados do tipo convencional.

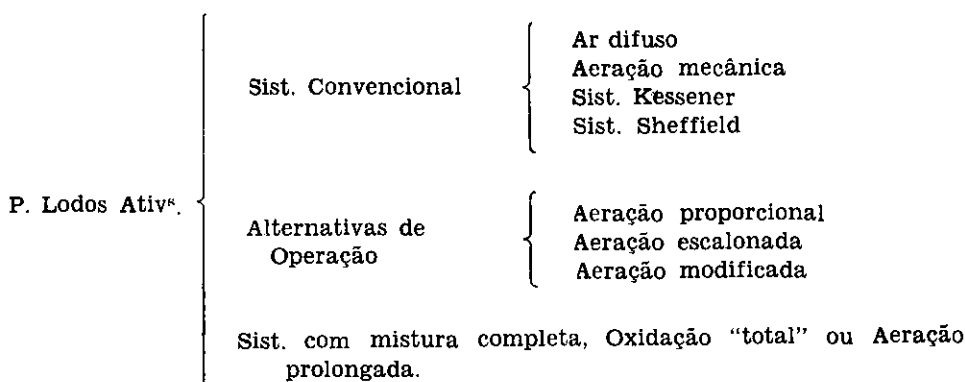
## 12.2 — Evolução Histórica

A evolução histórica do processo apresenta grande interesse:

- 1914 — O Dr. Edward Ardern e W. Lockett estabeleceram em Manchester os fundamentos do processo.  
 1923 — Invenção do sistema Simplex, de aeração mecânica.  
 1925 — Invenção das escovas rotativas para aeração, por Kessener.  
 1933 — O Dr. F. Mohlman introduziu o conceito de "índice de Lodos" ("sludge index").  
 1939 — O Eng. Richard Gould, na cidade de Nova Iorque estabeleceu o processo de aeração por partes ("step aeration") também denominado processo de distribuição de cargas.  
 1945 — Aperfeiçoamento dos "cones" de aeração Simplex.  
 1950 — Desenvolvimento do sistema "INKA", na Suécia.

## 12.3 — Classificação

O tratamento pelo processo de lodos ativados compreende muitas variantes que se distinguem, seja pela técnica de aeração, seja pelos esquemas de operação ou ainda pela extensão da aeração.



## 12.4 — Fatores importantes e Cargas

No processo de lodos ativados exercem importante influência os fatores seguintes:

- O período do contato dos lodos com o líquido (período de aeração).
- A concentração de lodos nos tanques de aeração.
- O estado, ou melhor, a "idade" dos lodos em suspensão.

Aumentando-se a concentração de lodos pode-se melhorar a remoção de BOD, porém concentrações maiores exigem mais ar e mais alimento.

Lodos velhos e pesados são menos ativos.

A carga de BOD nos tanques de aeração geralmente é limitada a 0,3 kg BOD<sub>5</sub> / kg de sólidos em suspensão e a 500 g BOD<sub>5</sub> / m<sup>3</sup> de capacidade dos tanques (35 libras / 1000 pés cúbicos).

A experiência tem demonstrado que o processo convencional de lodos ativados conduz a bons resultados sempre que se limitar a carga de BOD aplicada nos tanques de aeração a 500 g BOD / m<sup>3</sup> (35 libras / 1000 pés cúbicos). Com cargas mais elevadas os lodos apresentam uma tendência a entumecer e a permanecer em suspensão, dificultando a sedimentação secundária e prejudicando os resultados finais.

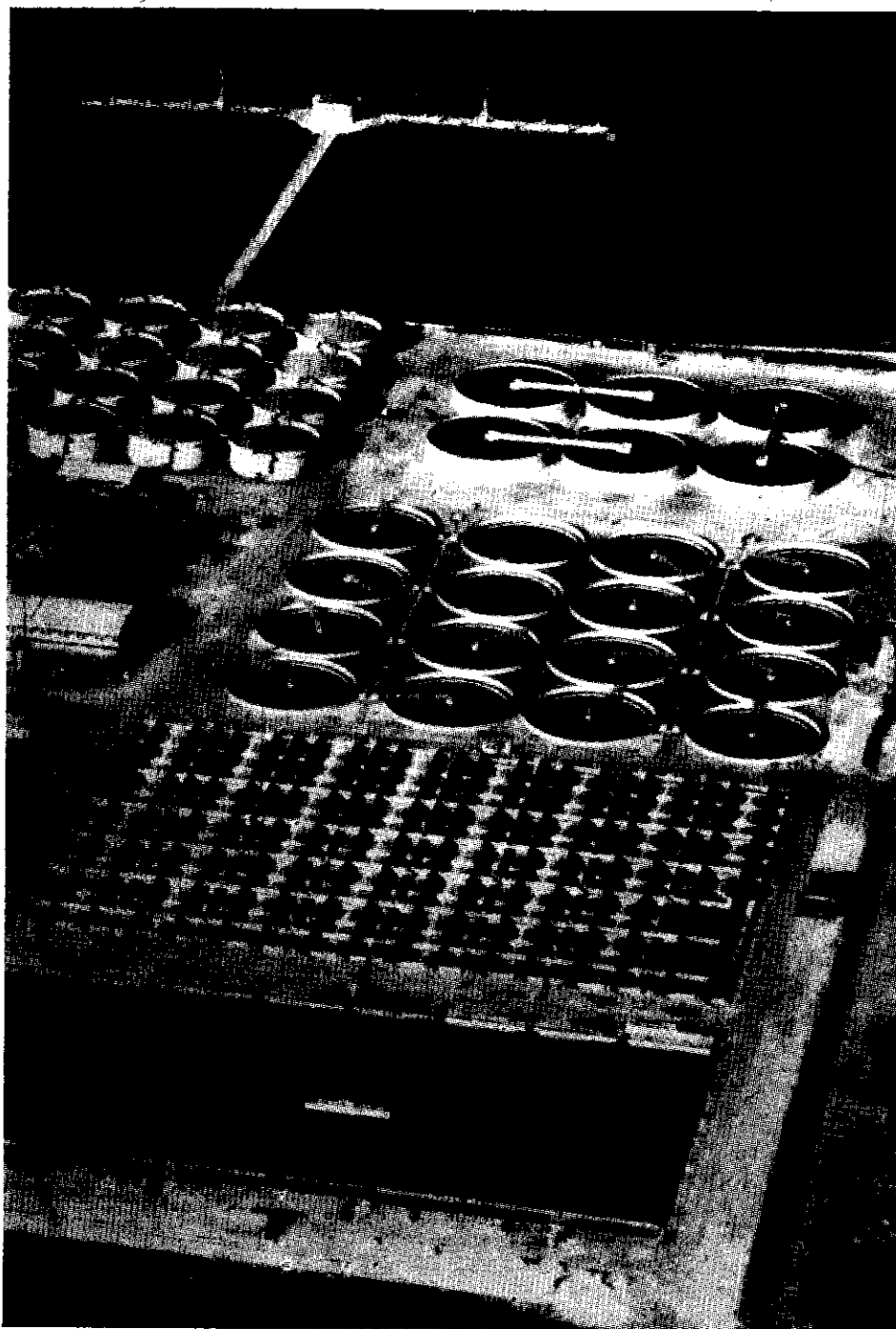


Fig. 2

Vista parcial da grande estação de tratamento de Londres, com aeração mecânica.

Ao se atingir, entretanto, cargas mais elevadas, acima de 2 kg BOD/m<sup>3</sup> até cerca de 3 kg BOD/m<sup>3</sup> encontra-se uma nova faixa com resultados satisfatórios (variante de alta capacidade ou "high rate").

#### 12.5 — Sistema Convencional:

##### Unidades de tratamento:

- a) Preliminares: Gradeamento ou desintegração. Caixas de areia. Remoção de substâncias oleosas ou graxas em quantidades excessivas (que poderiam envolver os flocos e prejudicar a aeração).
- b) Primárias: sedimentação das águas residuárias brutas antes da aeração. Vantagens: retirada de lodo com alta porcentagem de matéria volátil, capaz de produzir maior quantidade de gás durante a digestão. O decantador primário até certo limite pode remover mais material a mais baixo custo do que qualquer outro tratamento.
- c) Intermediárias (oxidação): Mistura com lodos ativados, agitação e aeração adequada em tanques especiais.
- d) Finais: Sedimentação: para recuperar o lodo ativado a ser utilizado no processo e para remover o excesso de lodos.
- e) Auxiliares: Reaeração dos lodos de retôrno. Aeração prévia das águas residuárias, sempre que necessária.

#### 12.6 — Sistemas de aeração

As maneiras de introduzir o oxigênio (ar), de manter o lodo em suspensão e de agitar a mistura líquido/lodo são os pontos básicos que distinguem as variações (tipos) do processo. Esses objetivos podem ser realizados pelos seguintes sistemas (entre outros):

- a) Compressão ou insuflação de ar e sua difusão no seio da massa líquida (sistema clássico do ar difuso).
- b) Recirculação, agitação e aeração por espargimento superficial (sistema Simplex de aeração mecânica por cones rotativos).
- c) Movimento e aeração da mistura águas/lodos ativados por meio da ação de escovas rotativas ou rotores especiais (sistemas Kessener e Pasveer).

No exame ou cotêjo de vários sistemas de aeração é importante comparar a capacidade de suprimento de oxigênio relacionado ao consumo de energia, podendo-se para esta finalidade expressar os dados em kg de oxigênio/kw ou então kw/kg de BOD removido.

Nas instalações que empregam o ar difuso deve-se proceder ao estudo das condições econômicas relativas à profundidade dos tanques de aeração, tendo-se em conta fatores ou condições locais que podem ter grande influência sobre as estruturas, tais como a área disponível, a natureza e a resistência do solo e também os custos das tubulações e da energia elétrica. Tanques de aeração mais rasos exigem maior área e maiores extensões de dutos e tubulações para o ar, para as águas residuárias e para os lodos.

Nos últimos anos vem sendo adotada uma nova técnica de aeração com ar difuso, de origem suéca: sistema INKA de aeração em pequena profundidade. Neste caso as pressões necessárias sendo muito mais baixas (cerca de 1 m. c. a.) tornam possível o emprêgo de sopradores de ar de grande capacidade e alto rendimento.

O sistema de aeração mecânica por meio de cones rotativos recebeu nesta última década um notável impulso com a introdução de equipamentos de maior capacidade de aeração ("high intensity cones").

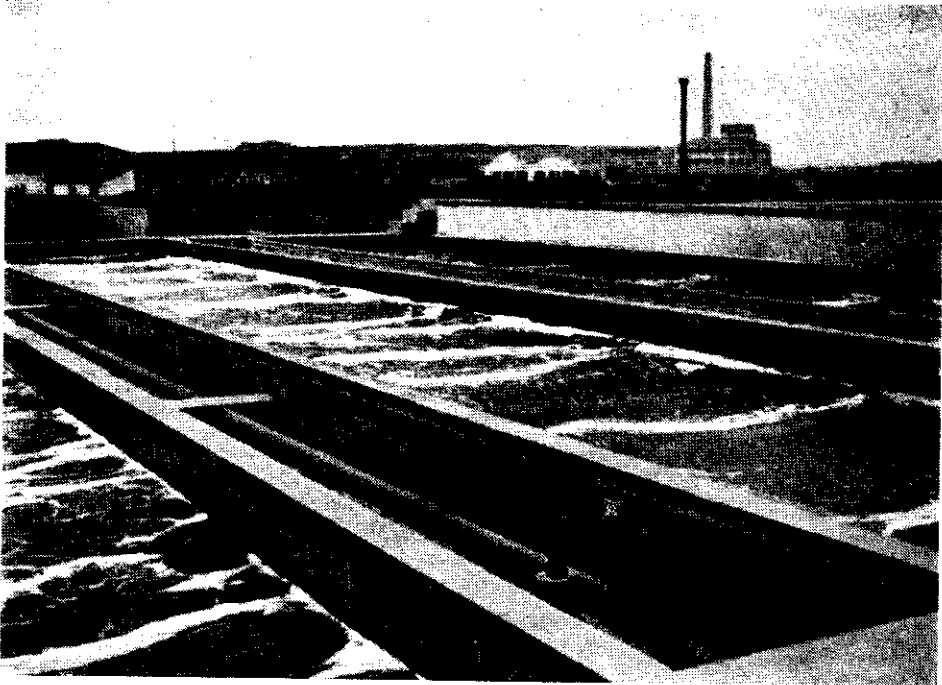


Fig. 3

Instalação pioneira de lodos ativados, com ar defuso, na América Latina (Estação Experimental J. P. Jesus Netto, Ipiranga, São Paulo).

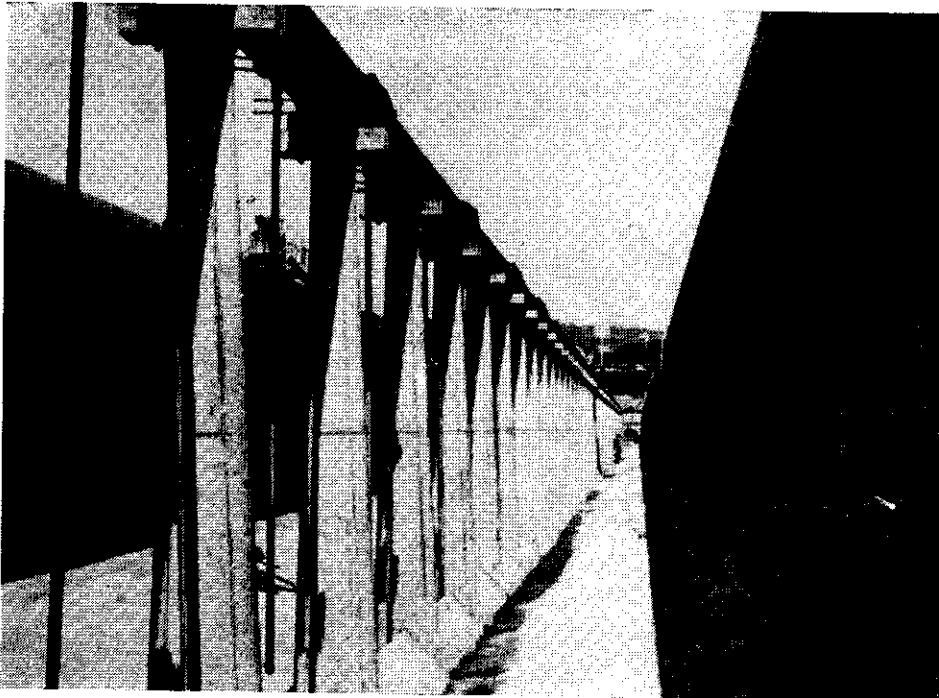


Fig. 4

Tanque de aeração da Estação de Achères, Paris.

As experiências e observações levadas a efeito na Estação Depuradora de Davyhulme, em Manchester, conduziram a resultados muito favoráveis para este novo tipo de equipamento.

As "escovas" rotativas do Dr. Kessener também tiveram consideráveis aperfeiçoamentos nos últimos anos. Embora se mantenha a denominação: "escovas" com maior freqüência vêm sendo utilizados rotores com lâminas ou perfis metálicos (aço inoxidável), peças de madeira etc.

Pesquisas realizadas permitiram estabelecer relações bem definidas entre a profundidade de imersão, a intensidade de aeração e a potência requerida.

Os equipamentos deste tipo exercem as seguintes funções:

- a) Apanham e elevam partículas de água residuária expondo-as ao oxigênio do ar;
- b) Em seu movimento os rotores introduzem continuamente incontáveis partículas de ar nas águas residuárias, fazendo-as circular;
- c) Provocam a agitação no líquido e lançam gotículas de água no ar.

A profundidade de imersão dos rotores geralmente é mantida entre 0,05 e 0,25 m.

### 12.7 — Alternativas de Operação

Modernamente o processo de lodos ativados apresenta um grande número de variantes ou de alternativas de operação:

#### A — Aeração proporcional

Consiste em aplicar quantidades variáveis de ar, ao longo dos tanques de aeração, em proporção à demanda de oxigênio. A quantidade de oxigênio utilizável por uma certa quantidade de lodos é máxima por ocasião da mistura com as águas residuárias, reduzindo-se gradualmente a seguir. Por essa razão deve-se aplicar maior quantidade de ar na parte inicial dos tanques de aeração: cerca de 40 a 50% da quantidade total de ar pode consumir-se nas primeiras horas.

#### B — Aeração escalonada (cargas distribuídas)

Neste caso as águas residuárias a serem aeradas são introduzidas por partes em vários pontos ao longo das câmaras de aeração. Nessas condições a carga orgânica e portanto, as substâncias nutritivas para os microorganismos podem ser convenientemente distribuídas, com condições vantajosas para a chamada "idade" do lodo. Este sistema é particularmente aplicável ao caso das instalações de grande capacidade.

#### C — Aeração modificada

É uma alternativa do processo com período de aeração reduzido (2 a 3 horas), em que se procura manter na mistura líquidos/lodos quantidades relativamente menores de sólidos em suspensão (vazões menores de lodos de retorno). Em conseqüência o consumo de ar e a utilização de energia são menores.

### 12.8 — Lodo ativado com mistura completa. Oxidação "total". Aeração prolongada.

Nas instalações que empregam a variante conhecida por essa designação ("mistura completa"), as águas residuárias a serem tratadas são rápida e completamente misturadas com todo lodo biologicamente ativo, no tanque de aeração, de tal maneira que se estabelece a uniformidade de concentração e de carga em

todo o tanque de aeração. O sistema dispensa sedimentação primária e não inclui digestores.

O exemplo mais simples é o das lagoas com aeração mecânica, capazes de reduzir 50% da demanda bioquímica de oxigênio em 24 a 36 horas.

A denominada "aeração prolongada" ou oxidação "total" é uma variante do processo de lodos ativados com mistura completa, no qual se promove a digestão aeróbia de todo o lodo em excesso. Com períodos de aeração de 24 horas ou mais têm sido obtidas reduções de BOD de 85 a 95%.

Devido à sua simplicidade e facilidade de operação o processo de oxidação total vem sendo aplicado com grande sucesso em instalações pequenas, com períodos de aeração desde 24 até 72 horas.

A concentração de sólidos em suspensão na câmara de aeração é mantida entre 3 000 e 5 000 p.p.m.

Os lodos são oxidados durante o tratamento, saindo os flocos excedentes (excesso de lodos estabilizados) juntamente com o efluente.

Na Revista DAE N.º 47, dezembro de 1962, encontra-se interessante artigo sobre o processo de oxidação total publicado pelo Eng. José Maria da Costa Rodrigues.

### 12.9 — Aeração pelo ar difuso: Detalhes técnicos

O ar fornecido por compressores de baixa pressão é difundido através de orifícios, ou material poroso (placas, tubos ou campânulas).

- 1) Profundidade dos tanques de aeração: 2,50 a 4,50 m. Tanques muito profundos não são econômicos e podem causar a coalescência do ar.
- 2) Período de detenção: depende da demanda de oxigênio das águas residuárias:

Prática Americana: 4 a 6 horas.

Prática Inglesa : 6 a 12 horas.

Com períodos mais longos pode-se obter resultados melhores e afluentes mais nitrificados.

A tendência de se reduzir demasiadamente o período de detenção nos tanques de aeração deve ser examinada com cuidado. Com períodos muito curtos os efluentes não são suficientemente oxidados e estáveis. Algumas observações indicaram que para 3 horas de aeração a redução conseguida de B. O. D. variou de 75 a 85%.

A denominada "aeração modificada" é uma modalidade do processo de lodos ativados na qual se adota um período relativamente curto de aeração, reduzindo-se a quantidade de sólidos em suspensão na mistura (líquor). Esta

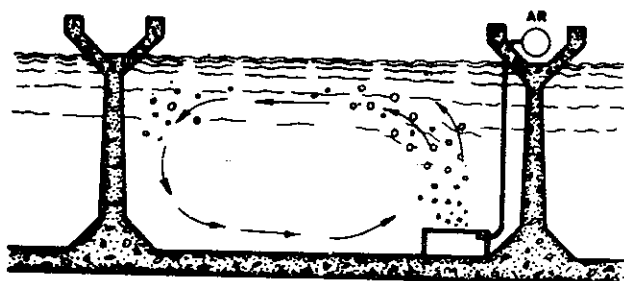


Fig. 5

Tanque de aeração com ar difuso e com escoamento em espiral.

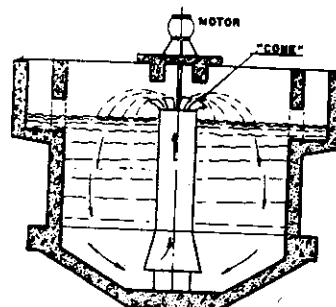


Fig. 6

Sistema de aeração mecânica "Simplex".

modalidade tem sido empregada com sucesso em instalações de Nova Iorque (R. Gould).

- 3) Relação entre a área dos difusores e a área total dos tanques de aeração: 5 a 20%.
- 4) Defletores nos cantos dos tanques: 45.º com 0,30 a 0,60 de altura.
- 5) Tipos de tanques:
  - a) Tanques com "sulcos" no fundo ("furrows"): Utilizados na Inglaterra.
  - b) Tanques com escoamento em espiral ("spiral flow"): Mais comuns na América.

Tratando-se de tanques de aeração para escoamento em espiral a forma teórica ideal seria a de secção circular. Geralmente os tanques de secção retangular têm uma largura aproximadamente igual a duas vezes a profundidade.

- 6) Comprimento: Geralmente compreendido entre 20 e 120 metros.
- 7) Suprimento de ar:
  - a) Quantidade: 3 a 15 litros de ar/litro de água residuária, valor comum 8.25 a 65 m<sup>3</sup> de ar por kg de B. O. D. removido.
  - b) Pressão: Geralmente 3,5 a 7,0 m de coluna de água. No sistema Inka: aproximadamente 1,0 m. c. a.
- 8) Lodo de retôrno: É retirado continuamente do decantador secundário e **imediatamente** aplicado no início do processo na proporção desejada: 10 a 40% em volume. Em geral 20% com 2% de sólidos. O retôrno é feito de modo a manter no "líquor" (mistura esgôto-lodos) 1 000 a 2 000 ppm de sólidos em suspensão.
- 9) Reaeração do lodo: é feita em câmaras ou canais com periodos de detenção de 0,5 a 1,5 hora.
- 10) Excesso de lodos: dos lodos retirados do decantador secundário parte retorna ao processo; a parte excedente é recalçada ao digestor direta ou indiretamente, após concentração, nos decantadores primários ou em concentradores.
- 11) Decantadores:
  - a) Decantadores primários:
 

Período de detenção: 60 a 90 minutos.

Vazão por unidade de superfície: Em tôrno de 35 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> . dia.
  - b) Decantadores secundários:
 

Período de detenção: 2 horas.

Vazão por unidade de superfície até 40 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>dia.

Velocidade horizontal de escoamento inferior 1,25 cm/seg.

Correntes de densidade: O "líquor" é mais denso que o líquido clarificando. Por essa razão, os lodos apresentam a tendência para atravessá-lo longitudinalmente pelo fundo, subindo na extremidade oposta. Cuidados especiais devem ser tomados para que sejam evitados tais curtos-circuitos e o arrastamento de lodos: A entrada e saída dos decantadores devem ser cuidadosamente projetadas.

#### 12.10 — Compressão de ar

A compressão de ar geralmente é feita por compressores de grande vazão e baixa pressão ("blowers"), sob condições adiabáticas (raramente são utilizados compressores comuns).



São empregados os seguintes tipos de compressores:

- a) Centrífugos: Alta rotação: 7 000 — 10 000 RPM: São os mais comuns.
- b) Tipo Root-Connersville: Dispendiosos, podendo ser empregados para pressões elevadas.
- c) Tipo Nash-Hytor: Com água. Compressão quase que isotérmica; são econômicos.
- d) De pistão, um estágio: Pouco comuns.
- e) Sopradores, de grande vazão e baixa pressão, para o sistema Inka.

### 12.11 — Potência dos Compressores

Pressão Final m. c. água	Potência teórica p/comprimir 1000 litros ar/min.	Potência necessária Rendim. 65% (1 000 l ar/min.)
1,0	0,22 HP	0,34 HP
1,5	0,32	0,49
2,0	0,41	0,63
2,5	0,51	0,78
3,0	0,60	0,92
3,5	0,69	1,06
4,0	0,78	1,20
4,5	0,87	1,34
5,0	0,95	1,46
5,5	1,04	1,60
6,0	1,10	1,69
6,5	1,18	1,82
7,0	1,27	1,95

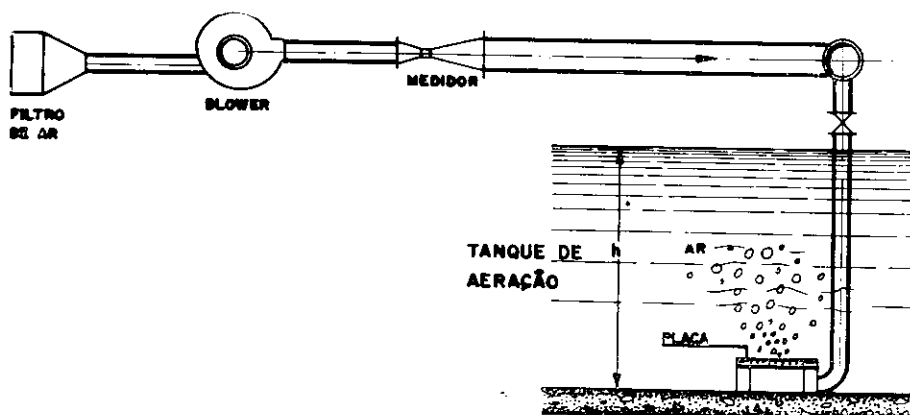


Fig. 7

Esquema de uma instalação para ar difuso.

## 12.12 — Perdas de carga

- 1) No filtro de ar: 0,3 a 1,5 cm de água.
- 2) No medidor: 2,5 a 5,0 cm de água.
- 3) Nas canalizações: Velocidades comuns: 10 a 15 m/seg.

Regra aproximada: Perda de carga =  $\frac{V^2}{2g}$  para 40 diâmetros de canalização.

Fórmulas:

- a) Distrito Sanitário de Chicago:

$$s = \frac{1,268 Q^{1,852} t}{1000 \text{ pd}^{4,973}}$$

$s$  = perda de pressão em lb/pol quad. em 1 000 pés de canalização.  
 $Q$  = Vazão de ar "livre" em pés cúbicos por min. a 60.ºF.  
 $t$  = temp. absol. em ºF (ºF + 459,6).  
 $p$  = pressão absol. em lb/pol. quadrada (pressão man. + 14,7).  
 $d$  = diâm. da canaliz. em polegadas.

- b) Darcy-Weisbach (V. W. & S. W. set. 1958, p. 98-A):

$$P_1 - P_2 = \frac{0,0625 L v^2}{25000 d}$$

$v$  = veloc. do ar em pés/seg.  
 $L$  = comp. do tubo em pés.  
 $d$  = diâmetro interno do tubo em pol.  
 $P_1 - P_2$  = Perda de pressão em lbs/poleg. quadrada.

- 4) Perdas localizadas:

a) Cotovelos, aproxim. =  $\frac{V^2}{2g}$

b) Registrôs de globo:  $1,5 \frac{V^2}{2g}$

- 5) Placas porosas: 10 a 80 cm, dependendo da permeabilidade da placa e da quantidade de ar aplicado.
- 6) Ao atravessar o esgoto: Profundidade do tanque de aeração: 2,50 m a 4,50 m.

As perdas (1) a (5) somadas devem ser inferiores a 25% da profundidade útil do tanque de aeração.

## 12.13 — Placas e tubos porosos.

Permeabilidade: É medida pelo número de pés cúbicos de ar por minuto, a 70.ºC F, e 10 a 25 por cento de umidade, que passam por 1 pé quadrado de placa sob a pressão de 30 polegadas de mercúrio.

As placas usualmente empregadas em tratamento de esgotos têm a permeabilidade compreendida entre 30 e 45.

Tubos porosos: Fixos ou removíveis para inspeção e reparos: "Swing diffusers".

Placas porosas: São colocadas em canaletas apropriadas.

#### Dimensões das Placas e Tubos

Placas	Dimensões			Ar difundido por unidade 1/seg. cfm	
		12" × 12" × 11"			1,65
Tubos	Diam. ext. pol.	Diam. int. pol.	Comp. pol.		
	2 1/2"	1 3/4"	24"	2,10	4,5
	3	2	24	2,35	5,0
	4 1/2	3	24	2,80	6,0

Dados práticos para dimensionamento:

Os volumes máximos e mínimos de ar difundido não devem exceder de 1/3 acima ou abaixo da média.

Os difusores não devem ficar separados mais que 60 cm ao longo do comprimento do tanque.

Um mínimo de 4,5 litros de ar/seg., deve ser aplicado por metro de comprimento de tanque para evitar deposições de lólo no fundo do tanque.



Fig. 8

Sistema de aeração em tanques ingleses equipados com difusores tipo campânula (Activated Sludge Ltd).

## 12.14 — Aeração mecânica tipo Simplex (superficial)

No caso da aeração por ar difuso, apenas 5% de oxigênio do ar é utilizado na aeração propriamente dita: A maior parte do ar serve apenas para fazer a agitação. Daí o princípio da aeração mecânica. Pode-se promover a mistura mecânicamente e aproveitar-se o oxigênio da atmosfera. No sistema Simplex, a mistura e a aeração são conseguidas pelo movimento de um cône central que gira com 30 a 50 RPM. O período de detenção deve ser estabelecido em função da BOD das águas residuárias e do resultado desejado (V. Tabela). Os tanques ou unidades de aeração geralmente são de secção quadrada. Capacidade de tratamento por unidade aeradora: Comumente de 2 a 10 l/seg. Nas grandes instalações as unidades são dispostas em série, em forma de canal.

As unidades de aeração podem ser ajustadas para fazer a aeração proporcional (variando-se a velocidade dos cônes ou alterando-se a sua imersão na superfície líquida).

Pode-se também fazer a introdução escalonada das águas residuárias ao longo de uma série de unidades de aeração. As dimensões normais das unidades de aeração são:

Profundidade útil	3,10 a 3,80 m
Largura	6,00 a 10,50 m

A eficiência dos aeradores Simplex pode ser estimada em termos de remoção de BOD entre 1,5 e 2,5 Kg BOD/Kwh.

Atualmente a maior instalação Inglesa é a de Londres (London County Council's Southern Outfall Works), que recebe 400 000 m<sup>3</sup>/d de despejos servindo a uma população de 1 600 000 habitantes. A aeração é feita em 6 a 8 horas por 384 cones do tipo mais moderno, exigindo cerca de 5 HP/milhão de litros diários.

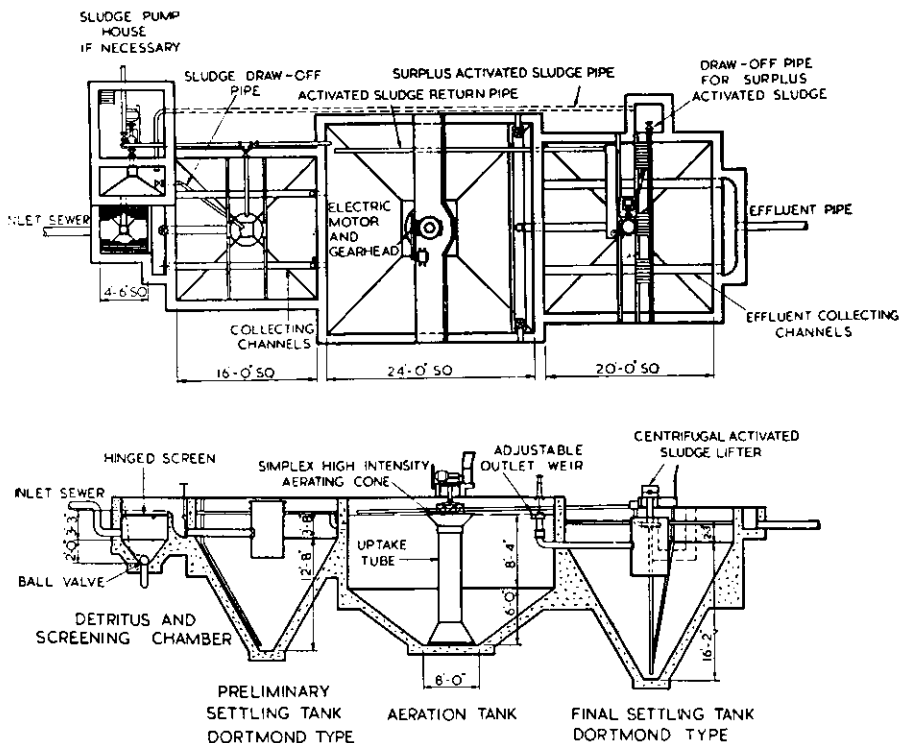


Fig. 9

Instalação típica de lodos ativados, com aeração mecânica "Simplex", para 2650 habitantes (Ames Crosta Mills).

## Períodos mínimos de aeração (hora) \*

BOD Águas res. brutas	BOD Eflu. decan- tado	Período de aeração (horas) para efluentes finais com BOD de:		
		15 ppm	20 ppm	30 ppm
200 ppm	130 ppm	4 ½	4	3
240	155	5	4 ½	3 ½
280	180	5 ½	5	4
320	210	6	5 ½	4 ½
360	235	6 ½	6	5

\* — Dados da Ames Crosta Mills, Inglaterra.

## 12.15 — Sistema Kessener

A aeração superficial e o movimento do líquido são promovidos pela ação de rotores especiais ou escovas rotativas instaladas junto à superfície dos tanques.

As escovas são constituídas de fios de piaçava, lâminas ou perfis de aço inoxidável.

Diâmetros	: 0,50 a 0,70 m
Comprimentos	: 1,50 a 4,50 m
Imersão	: 5 a 25 cm
Velocidade	: 75 a 125 RPM
Eficiência	: 1,2 a 1,5 Kg BOD/Kwh.

O sistema vem sendo aplicado há muitos anos principalmente na Holanda e Alemanha.

## 12.16 — Sistema Sheffield (Bioaeração de Haworth)

A aeração é promovida por um sistema de canais longos, pouco profundos, nos quais a água sofre grande agitação por rodas d'água de tipo especial, movidas por motores elétricos.

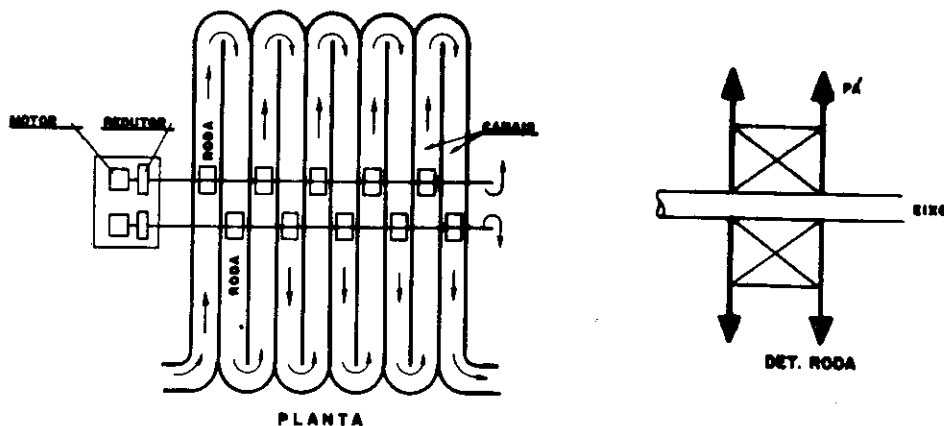
Canais:

Larg. 1,00 a 1,50 m

Prof. 0,90 a 1,20 m

Velocidade das águas: 0,40 a 0,50 m/seg.

Rodas: Uma para cada 1000 pessoas; 30 rpm. 1 ½ HP/roda.



PLANTA

Fig. 10

Sistema Sheffield (bioaeração de Haworth).

## 12.17 — Dados Comparativos

As observações e os estudos comparativos levados a efeito em Manchester apresentaram os seguintes resultados (1955):

Sistemas	Periodo de aeração	Potência neces. (1)	Custo de operação (1)	BOD do efluente
Simplex	7,4 hs.	5,5 HP	US\$ 1,25	19,7 ppm
Ar difuso	10,7 hs.	8,5 HP	US\$ 2,16	31,4 ppm
Sheffield	12,9 hs.	5,4 HP	US\$ 2,20	25,8 ppm

(1) Por milhão de litros tratados.

## 12.18 — Determinações e ensaios de controle

**Sólidos em suspensão:** Nos tanques de aeração. É um importante fator para a boa operação. O teor de sólidos deve ser mantido entre certos limites, variáveis de acordo com o tipo de aeração adotada.

**Índice do lodo:** Índice de Mohlman ou índice de entumescimento: Serve para o controle da operação:

I = Volume em cm<sup>3</sup> ocupado por 1 grama de lodos após ½ hora de decantação.

$$I = \frac{\text{Volume dos sólidos}}{\text{gramas dos sol. em susp.}} = \frac{\text{Sol. sedims. em cm/litro} \times 1000}{\text{ppm dos sols. em susp.}}$$

## 12.19 — Constituição dos flocos e organismos presentes.

Os flocos compreendem: bactérias formando massa gelatinosa: zooglea (identificada uma espécie: zooglea ramígera), protozoários, e também bactérias filamentosas indesejáveis (sphaerotilus natans). As enzimas desempenham importante papel no processo.

Como há bactérias benéficas e organismos adversos, o microscópio é um importante instrumento para o operador. Os protozoários podem servir como organismos indicadores da boa ou má operação:

Condições do lodo	Protozoários encontrados		
	Amebas	Flagelados	Ciliados
Más	Preponderância	Preponderância	Muito poucas
Não satisfatórias	Muitas	Muitas	Poucas
Satisfatórias	Poucas	Poucas	Preponderância
Boas	Raras	Muito poucas	Muito poucas

## 12.20 — Entumescimento dos lodos ("bulking").

Defeito que pode se verificar no processo em consequência de má operação ou de efeitos adversos. Característicos: Os lodos — flocos — não sedimentam ou então apenas decantam muito lentamente. Grande quantidade passa para o efluente, sendo perdida causando a elevação de B. O. D.

Causas: Oxigênio em quantidade insuficiente (nunca se deve manter menos de 0,5 ppm de O. D. nos tanques de ativação. De preferência mais de 1,0 ppm); aeração deficiente; sobrecarga; resíduos tóxicos; excesso de matéria volátil; desenvolvimento de organismos prejudiciais (Sphaerotilus).

Prevenção: Aeração adequada; lodo de retôrno bem proporcionado; exame microscópico como rotina.

Cura: Dependendo da causa: Melhor aeração, redução da quantidade de lodo de retôrno; Cloração do lodo de retôrno; adição de cal ou de sulfato de cobre.

### 12.21 — Vantagens e Inconvenientes do processo de lodos ativados.

Das vantagens do processo de lodos ativados podem ser destacadas as seguintes: instalações mais compactas, exigindo menores áreas, ausência de odores desagradáveis e de moscas incômodas, eficiência elevada e sobretudo a possibilidade de adaptação do processo e de ajustagem da operação para atender praticamente a qualquer exigência. É, por assim dizer, um processo que se identifica com a expressão "feito sob medida".

Inúmeras aplicações do processo de lodos ativados ao tratamento de efluentes industriais têm sido bem sucedidas.

Os conhecimentos mais recentemente adquiridos através da experiência e das investigações, assim como as luzes proporcionadas por um melhor e maior domínio sobre as condições biológicas, possibilitam a aplicação do processo em situações que anteriormente não seriam admitidas ou consideradas.

De acôrdo com as palavras textuais do Prof. G. Barnes: "Las estaciones de purificadoras de lodos activados han desplazado con los años a otros tipos de plantas en el servicio de las grandes ciudades del mundo, no obstante que los otros tipos ni por eso dejan de tener sus propias aplicaciones bajo ciertas condiciones".

#### Vantagens:

- 1) Ocupa menor área; unidades contíguas: economia de paredes.
- 2) Requer pequena carga (perda de carga reduzida). Pode evitar recalques, ou reduzir a altura de recalque.
- 3) Não há perigo de mau cheiro ou de condições ofensivas.
- 4) Não há o problema de moscas.
- 5) Pode produzir um efluente cujo afastamento pode ser feito com segurança, mesmo no caso em que a diluição nas águas receptoras é muito pequena, insuficiente para outros processos.
- 6) Produz efluentes não putrescíveis. Maior redução de bactérias, B. O. D. etc. (Remoção média de B. O. D. em Londres nos últimos anos: 97%).
- 7) O processo permite certa flexibilidade, quanto à oxidação e grau de tratamento, o que pode conduzir a certa economia na operação.
- 8) Lodos resultantes de maior valor.

#### Inconvenientes:

- 1) Processo de grande sensibilidade. Possibilidade de maus resultados.
- 2) Exige operação hábil e cuidadosa: Pessoa habilitada.
- 3) Pode ser prejudicado por certos resíduos industriais acima de determinados limites.
- 4) Grande umidade e elevado volume dos lodos resultantes.
- 5) Consumo elevado de energia.

O processo convencional de lodos ativados vem sendo empregado de preferência nas cidades onde os recursos permitam uma boa operação e nos casos em que as condições das águas receptoras exigem o mais elevado grau de depuração: efluentes muito estáveis.

A evolução do processo de depuração pelos lodos ativados depois da Segunda Guerra Mundial tem sido extraordinária, razão pela qual êsse processo vem rapidamente deslocando outros sistemas de tratamento.

Cidades que empregam os lodos ativados: Entre outras: Londres, Manchester, Nottingham,, Toronto, Nova Delhi, Adelaide, Tóquio, Paris, Leipzig, New York, Chicago, Cleveland, Brasília etc.