

# Curso de Tratamento de Águas Residuárias

**ENG. JOSÉ M. DE AZEVEDO NETTO**

Professor Catedrático da Faculdade de  
Higiêne e Saúde Pública da U.S.P.

## CAPÍTULO 17

### SECAGEM DE LÓDOS. DISPOSIÇÃO

#### 17.01 — Introdução

Os lódos são sub-produtos do tratamento e devem ter um destino conveniente: afastamento, aproveitamento ou "eliminação".

Na prática encontram-se as seguintes modalidades de disposição:

- a) Lançamento ao mar.
- b) Secagem e aproveitamento posterior.
- c) Incineração.

O lançamento ao mar tem sido feito em algumas cidades marítimas como New York, Manchester, Rio de Janeiro (instalações antigas). Em certos casos essa solução tem sido adotada após a realização de estudos econômicos.

Os lódos digeridos são descarregados dos digestores com teores ainda elevados de umidade (87 a 93%). A sua remoção da estação de tratamento, o seu transporte e a sua eventual utilização são bastante facilitados com a **secagem**.

A secagem dos lódos é feita empregando-se um dos seguintes processos:

- 1 — Leitos de secagem (secagem ao ar livre)
- 2 — Filtros a vácuo (secagem mecânica).
- 3 — Disposição sobre o terreno (lagôas de lódo).

#### 17.02 — Leitos de secagem

Empregam-se unidades especialmente construídas para a secagem de lódos. O processo geralmente é econômico, exceto nas grandes instalações localizadas em regiões onde o terreno é caro, pois tais unidades exigem grandes áreas.

A técnica brasileira apresenta ligeiras diferenças e adaptações em relação à prática Americana. Nos Estados Unidos muitos leitos de secagem são cobertos (coberturas especiais de vidro, com ampla ventilação). Experiências realizadas no Ipiranga (São Paulo) indicaram que a cobertura é desnecessária: As áreas requeridas em nosso País são menores, porque o nosso clima permite que sejam feitas, com segurança, descargas de lódo mais freqüentes.

LEITOS DE SECAGEM — CARACTERÍSTICAS

DETALHES	EE.UU.	D.A.E.
Leitos de secagem	Divididos em compartimentos; Dimensões de cada compartim.: Largura: 4,5 a 20,0 m Comprimento: 15,0 a 30,0 Mais comuns: 6 x 20	Divididos em câmaras de secagem; Dimensões: Largura: até 5,0 m Comprim. até 15,0 Mais comuns: 4 x 10
Fundo	Geralmente o próprio solo; Declividade: 0,5%	Geralmente uma camada de concreto; Declividade: 0,5 a 2,0%
Sistema de drenagem	Manilhas cerâmicas de 4" ou 6" com juntas abertas (2 a 3 cm), cada 2,0 a 3,0 m.	Telhas drenantes, semelhantes às que se empregam em filtros biológicos.
Material grosso	0,15 a 0,30 m de pedra britada ou pedregulho, tamanho decrescente de baixo para cima,, de 1/16 a 2".	Pedra britada em camada de 0,15 a 0,25 m
Superfície	Camada de areia: 7,5 a 20 cm	Atijolado, juntas abertas 2 a 3 cm e tomadas c/areia
Camada de lodo	Altura máxima 0,20 a 0,25 m	0,25 a 0,30 m

AREA NECESSÁRIA

Tipo de lodo Proces. de tratamento	Área para 8 descargas anuais 45 dias c/descarga. H lodo = 0,25 m	Índice Área relat.	Valores adotados pelo DOS
Trat. primário	0,260 x 365	100%	0,04
Filtr. biológica	8 x 0,25 = 0,042 m <sup>2</sup> /hab.		
Lodos ativados	= 0,075	175%	0,06
Precipitação química	= 0,120	275%	0,08
	= 0,080	200%	—

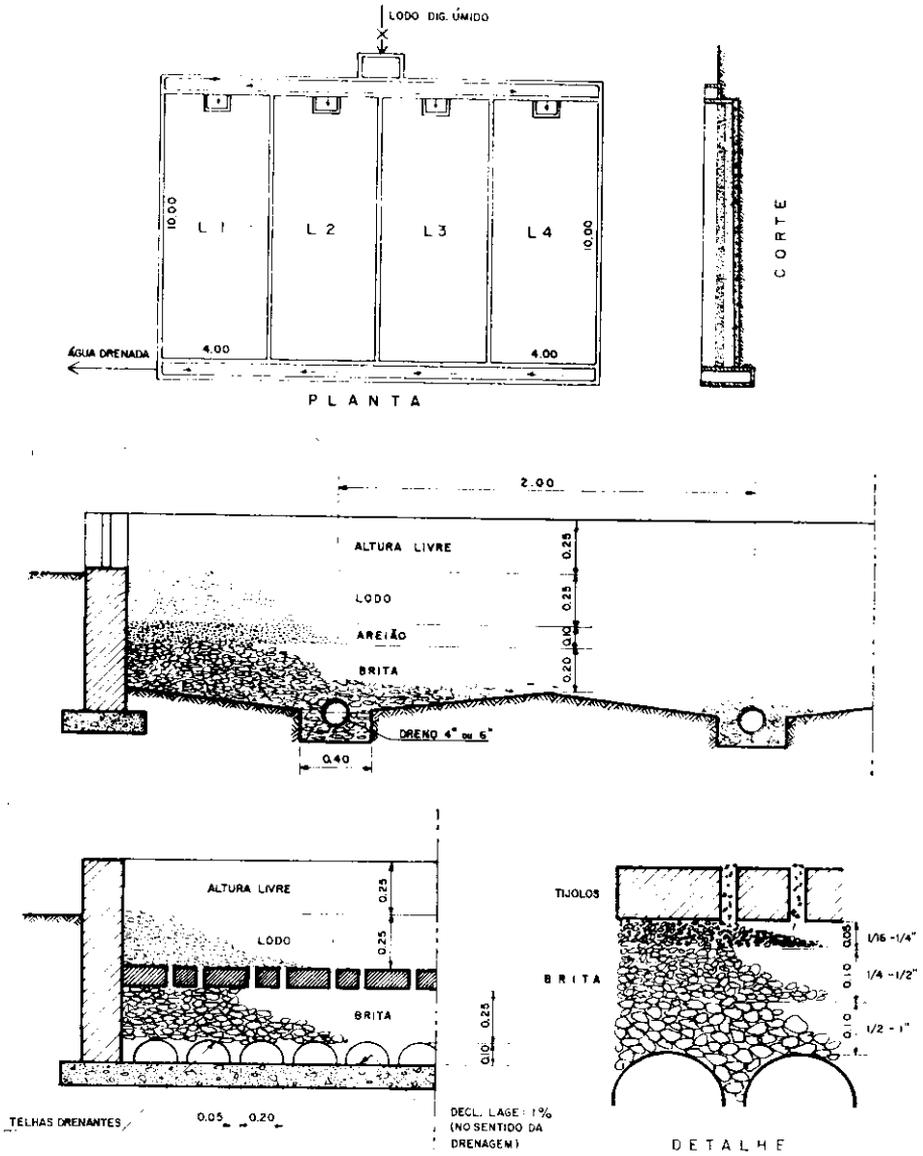
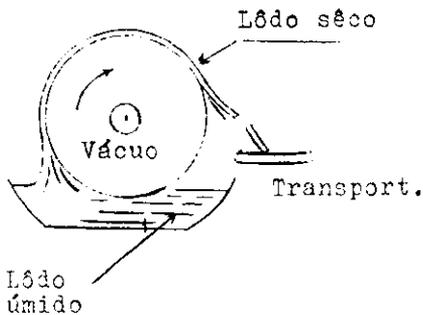


Fig. 1 — Desenhos esquemáticos de leitos de secagem (sem revestimento do terreno e com fundo em lage — caso de terrenos maus —).

### 17.03 — Secagem mecânica

Feita por filtros à vácuo: Tambores rotativos parcialmente imersos numa camada de lodo úmido, revestidos com feltro, fios ou tela especial. Giram com 1/8 a 1,0 rpm. No interior dos tambores faz-se o vácuo até a retirada de uma porcentagem satisfatória de água. Em seguida o lodo já seco é retirado por uma raspadeira, podendo-se também, em alguns tipos de secadores, aplicar pressão interna para provocar o desprendimento do lodo.



Tamanho dos filtros: 5,0 a 50,0m<sup>2</sup> de superfície.

Rendimento: 10 a 30 kg/m<sup>2</sup> (de superfície por hora).

Potência: 1/4 a 2 HP.

O lodo desprende-se em camadas finas: de 2 a 4 mm de espessura, reduzindo-se em cerca de 30% o teor de umidade (o que corresponde a uma grande compactação).

Os lodos encaminhados aos secadores a vácuo devem, previamente, ser condicionados:

- 1 — **Coagulação:** A ação de coagulantes sobre colóides facilita a retirada da água. O cloreto férrico é o coagulante geralmente empregado. A cal também é aplicada juntamente com o cloreto férrico, principalmente quando se faz a secagem de lodos frescos (exceção feita para os lodos ativados).
- 2 — **Elutriação e coagulação:** Consiste na lavagem dos lodos com água, ou com efluente final, de maneira a se reduzir, por solução, os teores de certas substâncias adversas à coagulação. Empregam-se 1, 2 ou mais volumes de água por volume de lodo. Com a elutriação a eficiência dos coagulantes é bastante aumentada, tendo sido obtidas economias da ordem de 50% de coagulante, dispensando ainda o emprêgo da cal.

### TAXA DE APLICAÇÃO DE LÓDOS EM FILTROS A VÁCUO E CONSUMO DE COAGULANTE (\*)

Ldos digeridos	Área neces. de filtro p/1000 pessoas, m <sup>2</sup> 24 hrs. de operação)	kg. de lodos secos p/1000 pessoas/dia (cake)	% umidade lodos secos	FeCl <sub>3</sub> , kg 1000 pessoas/dia
Tratamento primário	0,050 m <sup>2</sup>	125 kg	72%	2,0
Filtros biológicos	0,075	170	74%	3,0
Lodos ativados	0,195	250	78%	4,5
Precipitação química	0,120	220	74%	4,0

(\*) Dados americanos, segundo Fair.

### 17.04 — Lagões de lodo ("Lagooning")

A disposição de lodos sobre o terreno é um processo menos usual e que pode dar origem a reclamações. A técnica consiste em se descarregar os lodos em depressões naturais do terreno ou em escavações especialmente feitas, alternadamente, aguardando-se a secagem.

Pode-se fazer:

- a) A digestão e a secagem dos lodos no próprio terreno ou
- b) Apenas a secagem sobre o terreno.

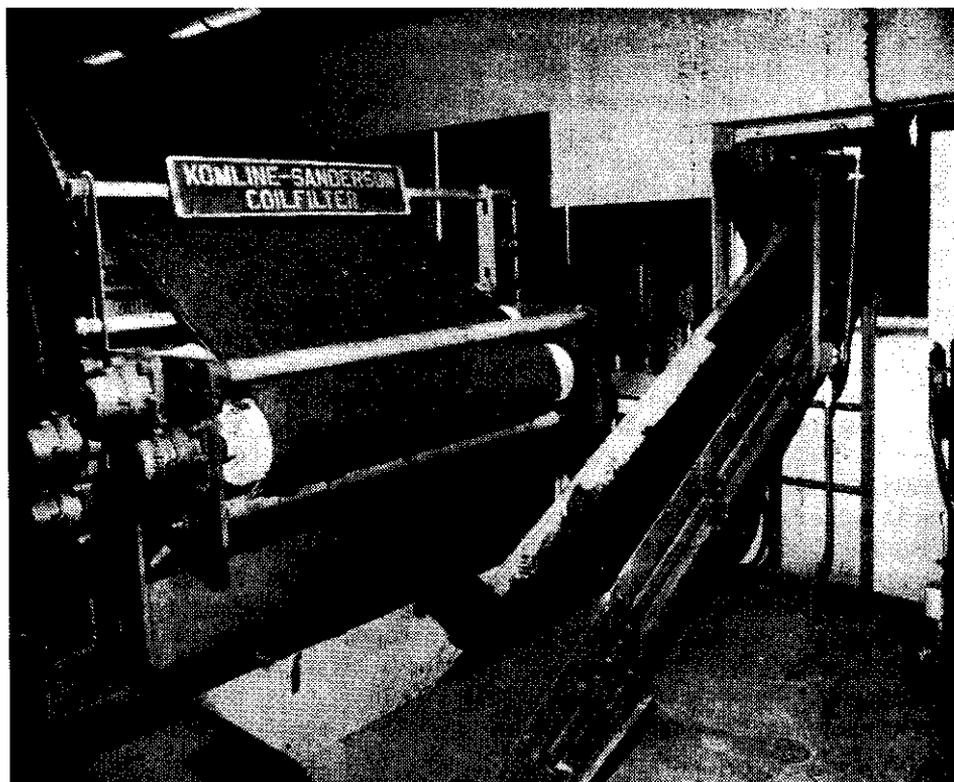


Fig. 2 — Filtro a vácuo, de 100 pés quadrados, "Komline — Sanderson — Coilfilter", em operação na depuradora de Butler — Bloomingdale, N. J., U.S.A. (Cortesia da Komline — Sanderson, — Lee T. Purcell, Eng. Consultor)



Fig. 3 — Equipamento "Hartleys" para retirar automaticamente lodo seco dos leitos de secagem

A cidade de Indianapolis (E.E.UU.) há muitos anos vem praticando a digestão e secagem dos lodos no terreno. Foram feitas escavações para 13 lagôas de lodo, com uma profundidade aproximada de 3,60 m. Foi adotado um talude lateral de 1 vert: 1,5 horiz. O movimento de caminhões sobre os patamares de separação e a possibilidade desses veículos entrarem nas próprias lagôas foram devidamente considerados. Capacidades para as lagôas da ordem de 25 litros por kg. de sólidos frescos por ano foram consideradas satisfatórias. A simples secagem de lodos sobre o terreno também tem sido feita em algumas cidades, como por exemplo Los Angeles. Verificou-se que naquela região a eficiência da secagem sobre o terreno se compara com a dos leitos de secagem quanto à área necessária. Resultados bons foram conseguidos mediante uma operação cuidadosa, que inclui o revolvimento dos lodos por um trator de tipo adequado. As lagoas para secagem são pouco profundas e a camada de lodo deve ter uma espessura que não ultrapasse 0,60 a 1,00 m.

#### 17.05 — Incineração dos lodos

A incineração dos lodos após a sua secagem ao vácuo tem constituído uma solução adotada por diversas cidades Norte-Americanas, inclusive Chicago. Com os equipamentos modernos disponíveis, numa mesma instalação pode-se fazer a incineração completa ou simplesmente uma boa secagem por aquecimento. No primeiro caso os lodos são convertidos em cinzas, eliminando-se a matéria orgânica e reduzindo-se consideravelmente o volume.

No segundo caso, a secagem é conduzida até cerca de 5 a 8% de umidade, mantendo-se o valor fertilizante do lodo e reduzindo-se o seu volume. Solucionam-se assim os problemas de cheiro e de parasitas intestinais. O produto obtido em forma de pó pode ser acondicionado em sacos de papel para venda como fertilizante. A venda desse adubo, sob denominações comerciais, tem sido feita com sucesso por cidades como Milwaukee, Battle Creek e outras, com o objetivo de compensar parte das despesas com o tratamento das águas residuárias.

Os combustíveis empregados nessas instalações têm sido: óleo, carvão de pedra e gás de esgotos.

Em 1945 os lodos secos e pulverizados de Battle Creek eram vendidos por:

Em bruto, por tonelada .....	US\$ 16,00
Em sacos de 23 kg, por tonelada .....	US\$ 20,00
(Mais uma taxa adicional de entrega de .....	US\$ 1,50)

#### 17.06 — Utilização de lodos como adubo

##### 1 — Valor fertilizante dos lodos

A importância dos adubos orgânicos e condicionadores de solo tem sido reconhecida e constitui atualmente uma das preocupações dos técnicos em agricultura. Os lodos de esgoto se comparam favoravelmente com os estrumes de animais:

#### ANÁLISES QUÍMICAS TÍPICAS

(por cento em base seca)

	Nitrogênio total (N)	Ácido fosfórico total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potassa total (K <sub>2</sub> O)
Lodos frescos . . . . .	4,5%	2,2%	0,5%
Lodos ativados . . . . .	6,2	2,5	0,7
Lodos digeridos . . . . .	2,2	1,5	0,5
Estrume de cocheira . . . . .	2,2	1,1	1,6
Fertilizantes comerciais . . . . .	4,0	9,0	10,0

Juntamente com o nitrogênio e o fósforo, o potássio forma o importante trio de elementos minerais ocorrentes nas fórmulas de adubação comumente usadas. Esses três nutrientes são utilizados em grandes quantidades pelos vegetais, de maneira que o lavrador se vê na contingência de fornecê-los às culturas em formas facilmente utilizáveis, como as que se encontram nos adubos, a fim de satisfazer às urgentes necessidades das plantas, evitando qualquer restrição no seu desenvolvimento. As fórmulas de adubação contêm as letras N-P-K, que se referem ao seu conteúdo em nitrogênio (N, símbolo químico), fosforo (P) e potássio (K) dos adubos. O esterco de gado no Brasil geralmente contém:

N:0,5% — P:0,25% — K:0,5% — T. Umidade: 85%.

É hábito avaliar o poder fertilizante de adubos com base nessas três substâncias. Entretanto, tais análises não dão uma idéia completa do valor agrícola dos adubos.

Assim é que os lodos de esgoto contêm azobactérias-nitrobactérias — em quantidades elevadas, as quais transformam o nitrogênio do ar em compostos que podem ser assimilados pelas plantas como alimentos. Os lodos não permitem que os sais nítricos, tão importantes para o solo, sejam levados e perdidos com as águas de chuva.

Os lodos têm a capacidade de reter na sua estrutura uma quantidade de água muitas vezes superior ao seu próprio volume, mantendo a umidade nos terrenos secos. Eles concorrem para tornar os solos duros e compactos em terrenos porosos.

A principal característica dos lodos, pode-se dizer é a sua qualidade de **condicionador do solo**, constituindo uma fonte de **húmus** que geralmente compreende cerca de 50% do seu peso em base seca. Além disso cumpre mencionar que os lodos contêm muitas substâncias e elementos auxiliares para o desenvolvimento conveniente de vegetais.

Uma análise espectrográfica feita pelo I.P.T. de S. Paulo em lodos digeridos do Educandário D. Duarte (1951) revelou a presença dos seguintes elementos: lítio, alumínio, ferro, magnésio, sódio, cálcio, fósforo, titânio e traços de zinco, cobre, manganês, vanádio, zircônio, estanho e chumbo. (não aparece o potássio porque a raia desse elemento é mascarada pela do ferro).

Há investigadores que afirmam não poder a humanidade, por muito mais tempo, dar-se ao luxo de espoliar continuamente o solo de certos elementos vitais encaminhando-os ao mar, pelos esgotos, ao invés de devolvê-los à terra.

## 2 — Aplicação. Método e quantidades

Os lodos podem ser aplicados em camada fina no caso de árvores, arbustos e gramados. Podem ser adicionados aos montículos de terra preparada quando se tratar de culturas de melões, abóboras, melancias etc. Podem ser espalhados sobre o terreno a ser arado. É mais seguro, entretanto, misturá-los bem com terra, antes de aplicá-los.

Em qualquer caso é sempre conveniente aplicar quantidades adequadas de lodos. Os seguintes dados têm sido recomendados nos Estados Unidos:

---

### Quantidade de lodo por hectare de solo

---

Em pomares .....	20 m <sup>3</sup>
Em gramados .....	18 a 38 m <sup>3</sup>
Para arbustos, flores e verduras .....	38 a 114"

---

No Brasil pode-se ter uma idéia da quantidade a aplicar considerando-se as recomendações usuais para o emprego de esterco:

Estêrco de galinha (Dep. Prod. An. S. P.) .. 1000 a 7000 Kg/hectare  
Esterco de gado (Agron. J. A. Jorge) ..... 10000 a 30000 Kg/hectare

### 3 — Enriquecimento químico de lodos

Aos lodos pode-se adicionar certas substâncias com o propósito de corrigir ou completar a sua constituição e melhorar as suas características. A seguinte "fórmula" foi sugerida pelo Eng.º Van Kleeck do "Connecticut State Dept. of Health", para uso geral:

Componentes	Secagem em	
	Leitos	Filtros
Lôdo digerido .....	1 000 kg	1 000 kg
Sulfato de amônia .....	80 kg	45 kg
Fosfato ácido (a 20%) .....	100 kg	75 kg
Muriato de potassa .....	40 kg	30 kg

As nossas autoridades em Agricultura têm recomendado a adição de cal hidratada (50 kg/ton) no caso de terrenos ácidos e superfosfato simples 12 kg/ton (recomendações para uso do estêrco).

Em São Paulo foram feitas algumas investigações relativas à adição de cinzas industriais e dos fornos de lixo aos lodos, que apresentam a vantagem adicional de reduzir o teor de umidade.

### 4 — Considerações higiênicas

A digestão prolongada e bem conduzida dos lodos, e a secagem ao ar ou ao vácuo constituem uma segurança contra doenças intestinais. Contudo, após êsses processos verifica-se nos lodos a presença de ovos de áscaris com aspecto perfeito. Em São Paulo foram conduzidos alguns estudos relativos à viabilidade dêsses ovos.

Um Comitê especial da "Federation of Sewage Works Associations" apontado para estudar a utilização de lodos como fertilizantes, estabeleceu: "The Committee knows of no case of sickness traceable to the use of digested sludge or activated sludge" (Êste último apenas, após a secagem por aquecimento). Em 1943, durante a guerra, autoridades Norte-Americanas de Saúde Pública aprovaram o emprêgo de lodos digeridos nos chamados "Jardins da Vitória".

Verificou-se também que o aquecimento dos lodos até 103°C, por três minutos, destrói os ovos dos vermes redondos.

### 5 — Recomendações (Precauções)

Não é aconselhável:

- a) O emprêgo de lodos não digeridos.
- b) A aplicação de lodos em hortas cujos vegetais sejam ingeridos crus (Alface, agrião, rabanetes, cebolas, salsão etc.).