

Curso de Tratamento de Águas Residuárias

ENG. JOSÉ M. DE AZEVEDO NETTO

Professor Catedrático da Faculdade de
Higiene e Saúde Pública da Universidade
de São Paulo.

CAPÍTULO 9

(continuação)

TRATAMENTO SÔBRE O TERRENO — IRRIGAÇÃO — FILTROS INTERMITENTES, DE AREIA

9.1 — Irrigação — introdução

A irrigação ou a “disposição” das águas de esgoto sôbre o terreno natural ou sôbre o solo preparado é a mais antiga forma de afastamento das águas residuárias.

Os esgotos são lançados e distribuídos diretamente sôbre o terreno, através de um sistema de canalizações e pequenas valetas.

O origem dessa forma de afastamento se deve ao fato de que aos esgotos sempre foram atribuídas qualidades fertilizantes, muitas vêzes com exagero. Victor Hugo, por exemplo, chegou a escrever:

“Paris lança ao mar 25 milhões de francos anualmente, segundo estimativas ponderadas baseadas nos novos conhecimentos científicos. Os cientistas, depois de longas pesquisas chegaram ao conhecimento de que os escrementos do homem são mais ricos e melhores fertilizantes do que os estrumes dos animais”.

Essa idéia contribui para a associação de colônias agrícolas ao processo de irrigação com águas residuárias. É certo que alguns constituintes das águas servidas são fertilizantes, porém o maior benefício para fins agrícolas parece ser a própria água.

A experiência tem mostrado que a exploração agrícola deve ser encarada com certo cuidado, apenas como operação subsidiária, pois que nem sempre os resultados são animadores.

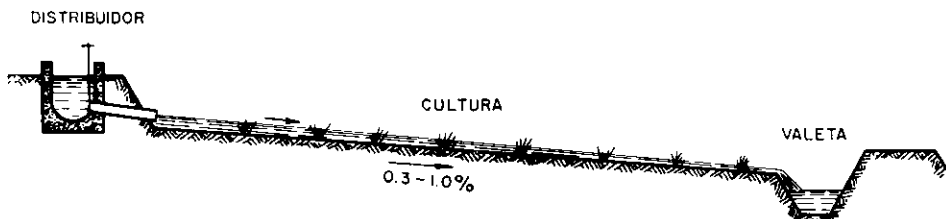
As seguintes culturas têm sido feitas: batatas, milho, cana de açúcar, algodão, alfafa, laranjas etc. A irrigação não é recomendável para hortaliças.

O lançamento e a distribuição das águas de esgoto sôbre o terreno pode obedecer a técnicas ou sistemas os mais diversos, sendo entretanto, mais comuns a irrigação superficial e a irrigação por valetas.

9.02 — Irrigação superficial

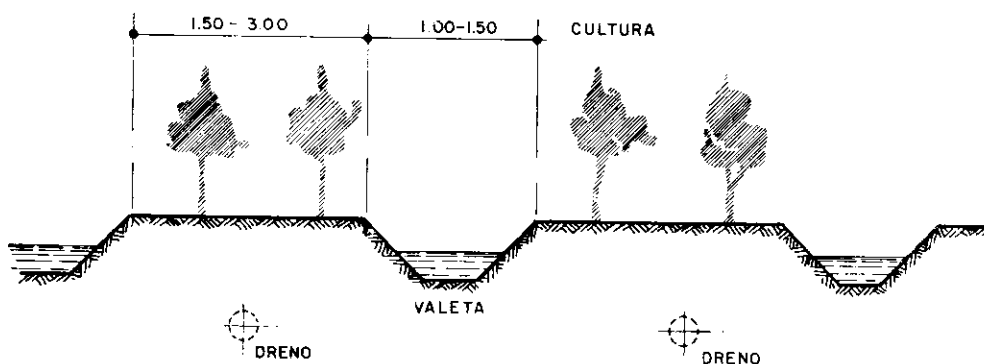
Realiza o escoamento das águas ao longo de toda a superfície do terreno, **molhando** as plantas.

Os terrenos devem ter ligeiro declive: 0,3 a 1%. As águas são distribuídas por uma primeira valeta a montante, escoam sôbre o solo e a parcela não absorvida é coletada por uma canaleta de jusante, podendo ser aproveitada para o lote situado em cota mais baixa:



9.03 — Irrigação por valetas

Neste caso a área plantada é umidecida pela infiltração que se consegue mediante a execução de uma rede de valetas. Os terrenos devem ser geralmente planos e as culturas não ficam em contato direto com as águas residuárias.



9.04 — Taxa de aplicação

A quantidade de águas residuárias a ser aplicada por unidade de superfície do terreno varia bastante com a natureza e a textura do solo: 2 a 40 litros/m² por dia, sendo necessária uma área de 4 a 80 m² per capita. Mais comumente a taxa está compreendida entre 5 e 20 litros/m² dia.

Deve-se prever pelo menos 25% da área como reserva para condições adversas (Dias chuvosos ou vazões excepcionais de esgotos).

9.05 — Natureza do processo

Com a disposição das águas de esgoto no terreno ocorrem transformações devidas a:

- a) Ações físicas: Aeração e filtração nas camadas superficiais;
- b) Ações químicas: Principalmente oxidação;
- c) Ações biológicas: Ciclos dos elementos, que se completam pela ação de bactérias existentes em grande número no solo úmido.

9.06 — Resultados

A exploração agrícola deve ser considerada com cuidado e nunca encarada com otimismo sob o ponto de vista financeiro. Os efeitos sobre áreas vizinhas e as condições estéticas devem ser cuidadosamente consideradas.

As águas excedentes após a rega dos terrenos pode apresentar grandes reduções de B.O.D. e de bactérias, dependendo muito da natureza do terreno e da modalidade de irrigação.

9.07 — Aplicabilidade do processo

A aplicação do processo está condicionada aos seguintes fatores:

- 1 — Clima favorável, principalmente em regiões áridas ou semi áridas, de baixos índices pluviométricos;
- 2 — Existência de terrenos adequados (quanto à topografia, permeabilidade e custo);
- 3 — Possibilidade de operação eficiente e controlada, quer sob o ponto de vista sanitário, quer relativamente às possibilidades agrícolas.
- 4 — Regiões onde a água é escassa e cara.

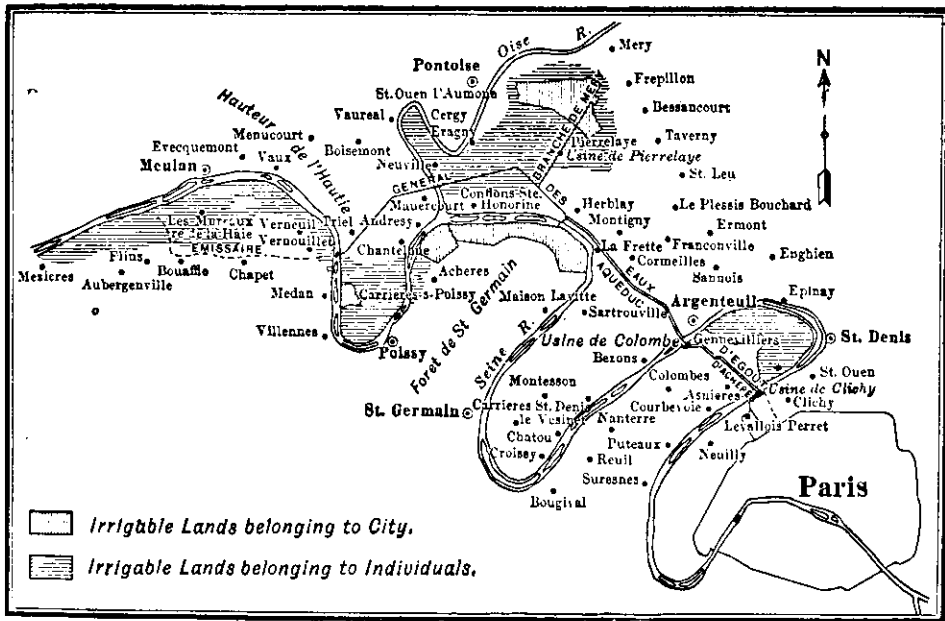
9.08 — Considerações relativas à Saúde Pública

Há sempre a possibilidade de contaminação através de moscas e outros insetos (vetores), vegetais ingeridos crus, leite produzido na região, água subterrânea dos lençóis poluídos etc. A irrigação bem aplicada, bem operada e convenientemente fiscalizada não constitui perigo sério.

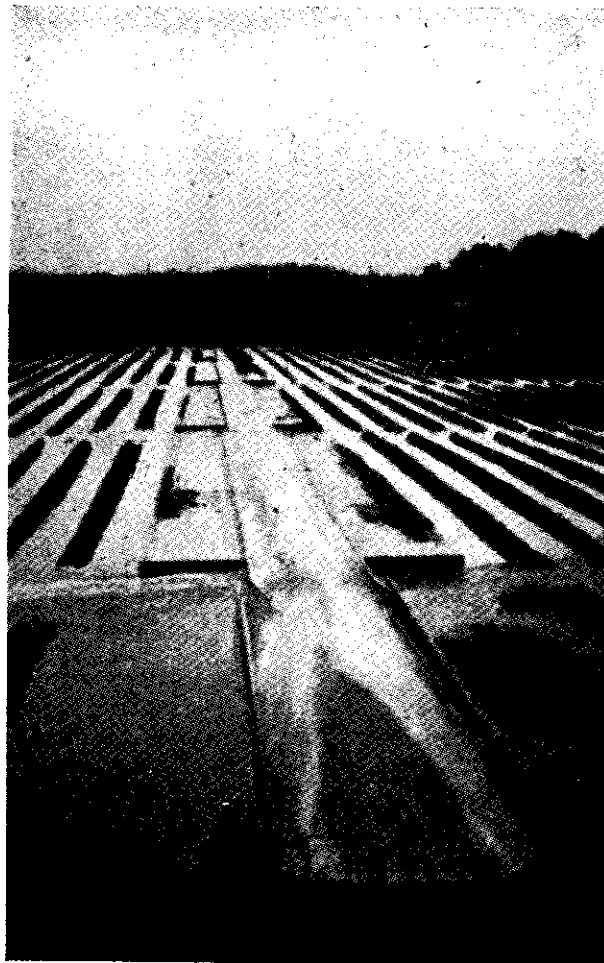
9.09 — **Exemplos mais importantes:** De um modo geral os exemplos referem-se a instalações antigas.

- a) **Paris:** "Champs d'épandage": Em 1923, população servida era de 3 000 000 e a vazão 5,23 m³/s. Custo inicial das terras adquiridas US\$ 7.220.000. Custo de operação: US\$ 1.000.000 por ano. A área total de 5.100 hectares era dividida em chácaras e lotes arrendados a particulares. O processo atualmente está sendo substituído pela moderna estação de tratamento de esgotos de Achères (lodos ativados; capacidade final para 6 000 000 de pessoas).
- b) **Berlim:** Em 1929, população 2 000 000, vazão 3,1 m³/seg; taxa de aplicação: 3,5 litro/m² diariamente. Área total 7 600 hectares. Custo dos terrenos US\$ 17.500.000. Custo de operação: US\$ 1.300.000/ano, além de juros e amortizações.
- c) **Melbourne:** A cidade de Melbourne na Austrália com 1.500.000 habitantes lança a maior parte dos seus esgotos (4,8 m³/seg) sobre o terreno ("Sewage farms"). A área utilizada dista mais de 30 km da cidade e mede cerca de 10.800 hectares, dos quais 4 800 hectares são utilizados para pasto (15 000 cabeças de gado).
- d) **Outros países:** Na Inglaterra o processo foi comum, porém atualmente o número de municipalidades que o empregam é insignificante. Na África do Sul, bem como na Austrália o processo ainda tem merecido consideração.
- e) **Estados Unidos:** Nos Estados Unidos o sistema foi experimentado em cidades tais como Plainfields, New Jersey, Worcester, Massachusetts, Tucson, Arizona, Pasadena e Pomona, ambas na Califórnia, San Antonio e pequenas comunidades, no Texas, Pullman em Illinois etc., tendo sido na maioria dos casos abandonado, por qualquer das seguintes razões:
 - a — Por ter sido julgado impraticável;
 - b — Por não ser econômico;
 - c — Por imposição de autoridades de saúde pública.

Atualmente tal prática apenas é encontrada em alguns Estados e em localidades pequenas.



A grande área de irrigação de Achères (Paris)



Irrigação sobre o terreno (PAWTUCKET, USA)

9.10 — Filtros intermitentes de areia

Constituem uma evolução do processo precedente: As águas residuárias não são lançadas diretamente sobre o terreno mais sim sobre leitos de areia especialmente preparados.

Não se faz a exploração agrícola neste caso. Pode-se tratar esgotos brutos ou efluentes de tratamento primários ou secundários. Neste último caso o tratamento constitui um refinamento, cujos efluentes são bem líquidos.

9.11 — Construção

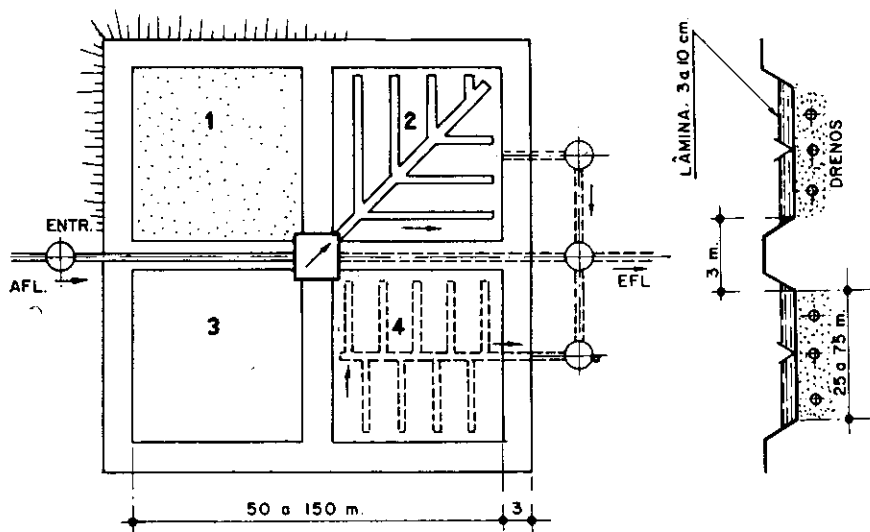
A preparação do terreno compreende: Limpeza e terraplanagem para regularização e nivelamento, escavação para assentamento de drenos etc. Os diversos leitos são separados por taludes de terra. O esgoto é distribuído por canalizações principais, canaletas e calhas de distribuição. Os drenos são constituídos por tubos de concreto ou manilhas cerâmicas furadas. Constroem-se pelo menos quatro leitos de areia, para aplicação dos esgotos em rotação.

A aplicação das águas de esgotos é feita intermitentemente, sendo conveniente o emprêgo de tanques fluxíveis, ou então de dispositivos especiais, capazes de permitir e facilitar a operação.

A forma e a disposição dos leitos dependem muito das condições locais.

A disposição esquematizada abaixo é mais comum (Figura).

O filtro n.º 2 mostra o sistema de calhas distribuidoras. Os filtros n.º 3 e 4 mostram o sistema de drenagem.



9.12 — Taxas de aplicação: Vazão por unidade de superfície

Vazões máxias recomendadas:

Para esgotos brutos	0,075 m ³ /m ² dia ou 0,00086 l/s/m ²
Efluentes de tratamento primário	0,112 " ou 0,0013 "
Efluentes de tratamento biol.	0,750 a 0,935 ou 0,0086 a 0,0108

(Neste caso para "polir" o efluente)

Carga de BOD: 5 a 15 gramas/m³. A aplicação é feita duas vezes por dia.

9.13 — Camada de areia

A camada de areia geralmente tem uma espessura superior a 0,80 m e inferior a 1,20 m.

As "Instruções para a elaboração de Projetos de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários", do D.O.S., estabelecem as seguintes **Especificações** para a camada de areia:

"Os leitos, em número sempre superior a 3, deverão ter uma espessura de areia compreendida entre 0,75 e 1,00 m, composta de material com "tamanho efetivo" compreendido entre 0,20 a 0,70 mm, e um "coeficiente de uniformidade" sempre inferior a 5.

A areia deverá ser isenta de argila, terra, calcário ou quaisquer substâncias capazes de serem atacadas pelos esgotos ou de endurecerem formando com areia massa compacta ou impermeável.

Quando sujeita ao ensaio de solubilidade em meio ácido, não deverá apresentar perda de mais de 3%.

A camada de areia filtrante será lançada sobre camadas de materiais sucessivamente mais grossos, tais como areião, pedrisco e pedras britadas.

As camadas de areião e pedrisco (com menos de 5 mm de diâmetro) terão a espessura mínima de 0,075 m cada uma. A parte de pedras britadas será constituída por duas camadas de material compreendido entre 1/4" e 3/4" na camada superior e 3/4" e 1/2" na inferior.

As camadas de pedras britadas, areião e pedrisco terão uma espessura total mínima de 0,30 m acima de tópo dos drenos".

9.14 — Sistema de drenagem

Empregam-se tubos cerâmicos ou de concreto, assentados com juntas abertas (cêrca de 1,0 cm de espaçamento). Diâmetro mínimo: 0,10 m. Os drenos são distanciados no máximo de 10,00 m (D.O.S.: 3,00 m e envolvidos por uma camada de cascalho-seixos). No dimensionamento dos drenos devem ser consideradas as seguintes vazões:

Tamanho efetivo do material do leite mm	0,2	0,3	0,4	0,5
Vazão de percolação a 20° C l/s. m ²	0,3 — 0,6	0,8 — 1,6	1,3 — 2,7	2,2 — 4,3

9.15 — Eficiência vantagens e inconvenientes — Eficiência elevada: 90% de remoção de bactérias.

Nitrificação elevada (processo biológico)

Além das vantagens decorrentes dos bons resultados obtidos deve-se considerar que não há problema de moscas e que não resultam lódos do processo.

Como inconveniente, o tratamento exige grandes áreas e grande quantidade de areia, nem sempre existentes ou econômicas.

9.16 — Aplicações

Processo comum nos Estados Unidos, nos Estados de Nova Inglaterra (New England), onde as condições locais (terreno, areia etc.) são favoráveis.

No Brasil os filtros intermitentes de areia provavelmente apresentam uma aplicação potencial para certas regiões do Nordeste: Regiões planas, arenosas com áreas disponíveis e propícias.

As "Instruções" do D.O.S. observam, "Os filtros intermitentes de areia são unidades que ocupam grande área de terreno, são de elevado custo de construção e manutenção, e por esses motivos devem ser usados somente se houver condições propícias, como nos seguintes casos:

- 1) Quando houver disponíveis grandes áreas de terreno e a baixo custo;
- 2) Quando houver areia de qualidade satisfatória a baixo preço de custo;
- 3) Quando fôr necessária a obtenção de efluente de alto grau de purificação; neste caso poderão ser utilizados após o tratamento secundário completo, caso êste, em que a área dos filtros pode ser reduzida razoavelmente;
- 4) Quando houver possibilidade de aproveitamento de terrenos arenosos naturais, o que apenas será feito depois de estudos locais minuciosos, no tocante à topografia, qualidade do terreno, composição granulométrica, qualidade da areia etc.;
- 5) De um modo geral e como método de tratamento secundário, os filtros de areia serão usados apenas em pequenas estações de tratamento, para o efluente de esgotos servindo menos de 1 000 pessoas;
- 6) Não se recomendam os filtros de areia, como tratamento biológico secundário, quando houver nos esgotos despejos industriais de certa importância".

(Continua)



Capítulos publicados:

- I — Generalidades — Concentração e Composição das Águas Residuárias — Variações de Vazão (Rev. n.º 46)
- I — Conseqüências do lançamento das águas residuárias nas águas interiores e litorâneas (Rev. n.º 47)
- III — Métodos Gerais de Tratamento (Rev. n.º 48)
- IV — Grades — Desintegradores e Trituradores (Rev. n.º 48)
- V — Caixas de Areia — Desarenadores (Rev. n.º 49)
- VII — Decantadores (Rev. n.º 50)
- VII — Decantadores não mecanizados (Rev. n.º 51)
- VIII — Processos de oxidação e floculação biológica (Rev. n.º 52)