



COMISSÃO DE COORDENAÇÃO
DA REGIÃO CENTRO

ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS
RESIDUAIS PARA AGLOMERADOS COM MENOS
DE 5000 HABITANTES

SÉRIE

*MONOGRAFIAS
TÉCNICAS*

3

Colmbra

1989

**COMISSÃO DE COORDENAÇÃO DA REGIÃO CENTRO
DIRECÇÃO REGIONAL DO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS**

**ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS
RESIDUAIS PARA AGLOMERADOS COM MENOS
DE 5 000 HABITANTES**

**CCRC/DRARN
1988**

SEÇÃO DE OFFSET

- Fotografia: **ADELINO BANDEIRA**
- Paginação e Montagem: **ADELINO BANDEIRA**
- Transporte: **HENRIQUE TABORDA**
- Impressão: **JOAQUIM FELÍCIO**

ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS PARA AGLOMERADOS COM MENOS DE 5000 HABITANTES

QUE ESTAÇÃO ESCOLHER ?

QUAIS AS VANTAGENS?

QUAIS OS INCONVENIENTES?

Autoria:

António Machado Relvão - Eng^o Civil
António da Costa Ribeiro - Eng^o Químico

Processamento de texto:

Ana Maria M. de Sousa
Alexandra Azevedo Sobral

NOTA PRÉVIA

A resolução dos problemas do saneamento básico das populações, em particular no domínio do tratamento de esgotos domésticos, é, entre nós, uma competência dos Municípios.

A presente publicação, intitulada "Estações de Tratamento de Esgotos Domésticos para Pequenos Aglomerados Populacionais", não pretende ser um manual para especialistas, mas antes um documento básico que possa, em grande número de situações, apoiar a selecção ou fornecer uma descrição geral dos processos de tratamentos mais convenientes para um dado aglomerado populacional, salientando as suas principais vantagens e inconvenientes.

Trata-se, portanto, de uma publicação técnica, mas de carácter informativo, dirigida essencialmente a autarcas, mas que por certo poderá ser também útil a projectistas, a técnicos municipais ou, de um modo geral, a todos aqueles que pretendem seleccionar o melhor processo de tratamento para um dado caso em estudo, e estimar a sua eficiência, os compromissos futuros que poderá implicar em termos de consumos energéticos, exigências de manutenção e qualificação dos operadores, etc..

O presente trabalho, o primeiro de uma série de publicações que a Direcção Regional do Ambiente e Recursos Naturais da CCR/Centro irá dedicar ao tema "Saneamento Básico", é limitado em princípio a populações até 5000 habitantes, por razões que se prendem com o facto de a quase totalidade dos aglomerados da Região, se situar abaixo daquela dimensão, e ainda pelo facto de, a partir dos 5000 habitantes, a gama de processos aplicáveis ser, em grande parte, diferente daquela que é descrita na presente publicação, correspondente a sistemas básicos para pequenos aglomerados.

Coimbra, Agosto de 1988.

Armando B. da Silva Afonso

(Vice-Presidente da Comissão de Coordenação da Região Centro)

ÍNDICE

I- INTRODUÇÃO	1
1- OBJECTIVO	1
2- CARACTERÍSTICAS DOS EFLUENTES A TRATAR	2
3- DURAÇÃO DE VIDA DAS ETARs	2
4- REUNIÃO DE EFLUENTES	2
II- AGLOMERADOS DE 500 A 5.000 HABITANTES. DIFERENTES TIPOS DE ETARs. A ESCOLHA DO PROCESSO.	3
III- BREVE DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS	4
1- DECANTADOR - DIGESTOR. TANQUE IMHOFF. TRATAMENTO PRIMÁRIO	4
2- LEITOS PERCOLADORES DE BAIXA CARGA (100 A 1000 HABITANTES)	5
3- LEITOS PERCOLADORES DE ALTA CARGA (DE 1000 A MAIS DE 5000 HABITANTES)	7
4- BIODISCOS (500 A 3000 HABITANTES)	8
5- LAGUNAGEM (100 A 5000 HABITANTES)	10
6- LAMAS ACTIVADAS EM AREJAMENTO PROLONGADO (1000 A 4000HABITANTES)	12
7- LAMAS ACTIVADAS EM MÉDIA CARGA (MAIS DE 5000 HABITANTES)	13
8- CANAIS DE OXIDAÇÃO (2000 A MAIS DE 5000 HABITANTES)	14

9- ESTAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS	15
10- OUTROS PROCESSOS	16
IV- COMPARAÇÃO - RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DE CADA UM DOS PROCESSOS	17
V- APROVEITAMENTO DE SUB-PRODUTOS	20
VI- TRATAMENTOS PRELIMINARES. OBRA DE ENTRADA	22
1- GRADAGEM	22
2- DESAREAMENTO	22
3- RETENTORES DE GORDURAS	22
VII- AGLOMERADOS POPULACIONAIS COM MENOS DE 500 HABITANTES. TRATAMENTOS - SIMPLIFICADOS	24
1- FOSSAS SÉPTICAS	24
2- POÇOS ABSORVENTES	25
3- TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO	26

ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS PARA PEQUENOS AGLOMERADOS POPULACIONAIS

I - INTRODUÇÃO

Pretende-se com esta publicação dar uma ideia genérica dos tipos de Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETARs) aplicáveis a pequenos e médios aglomerados e apresentar as principais vantagens de cada processo, por forma a facilitar a selecção dos tipos que melhor se possam adaptar em cada caso, indo assim de encontro a uma das principais preocupações dos responsáveis municipais.

Salienta-se, contudo, que a escolha nem sempre é fácil, pois cada situação concreta constitui sempre um caso particular e, como tal, merece um estudo conveniente tendo em vista a escolha da melhor solução, tanto sob o ponto de vista técnico com económico.

Julga-se de acentuar, por outro lado, que a legislação em preparação em Portugal irá impor medidas mais rigorosas de controlo das cargas poluentes que se rejeitam tanto nas linhas de água como no solo, já que, é por todos reconhecido, não se poderá continuar a poluir como até aqui se tem feito, para que amanhã não se venha a ter que pagar custos muito mais gravosos para conseguir a recuperação das linhas de água que hoje se estão a degradar.

1 - OBJECTIVO

O objectivo das ETARs é, em última análise, efectuar a depuração dos esgotos domésticos ou industriais de modo a evitar a poluição dos cursos de água, lagos, mar ou solo, cujas consequências para o Homem são sobejamente conhecidas. Na verdade, e em última análise, está em risco a sua própria sobrevivência.

A depuração consiste, fundamentalmente, na redução das substâncias em suspensão e na redução da carga orgânica, até limites aceitáveis, de acordo com as características do meio receptor.

2 - CARACTERISTICAS DOS EFLUENTES A TRATAR

Os efluentes caracterizam-se pelo seu caudal e pela sua carga poluidora.

A existência de caudais estranhos que desfigurem o caudal real, diluindo-o exageradamente ou alterando-o qualitativamente, pode prejudicar profundamente a eficiência de uma ETAR. É o caso, por exemplo, de caudais de infiltração em redes com canalizações deficientes, da mistura (não prevista) de águas pluviais, de ligações clandestinas de esgotos industriais, etc.

Deve conhecer-se também as variações sazonais, se as houver, relativamente a cargas orgânicas e ao caudal. Estas podem resultar de aumentos populacionais (turismo) ou de variações de actividade em estabelecimentos industriais tais como matadouros, cooperativas agrícolas, fábricas de conservas, etc.

3 - DURAÇÃO DE VIDA DAS ETARs

As ETARs são projectadas, normalmente, para 20 anos. Importa por isso avaliar tão correctamente quanto possível a evolução da população real e equivalente, na área a servir, nesse espaço de tempo. Note-se que uma ETAR calculada por defeito irá provavelmente funcionar mal e calculada por excesso obriga a um dispêndio exagerado no investimento e na exploração.

Por outro lado, e tendo em vista uma futura ampliação, deverá pensar-se também nas disponibilidades de espaço para esse efeito.

4 - REUNIÃO DE EFLUENTES

A reunião de efluentes de uma determinada área, ou mesmo de várias áreas, numa ETAR única, torna esta mais económica na sua construção e exploração. Contudo, o custo dos emissários e eventuais estações de bombagem deve ser sempre comparado com as vantagens da redução do número das ETARs.

Por outro lado, é evidente que não poderão ser contempladas todas as habitações dispersas, onde quer que se encontrem e a qualquer preço, tanto por razões financeiras como por razões técnicas. Para esses casos terão que ser estudadas soluções particulares (por exemplo fossas sépticas individuais devidamente dimensionadas).

II - AGLOMERADOS DE 500 A 5000 HABITANTES **DIFERENTES TIPOS DE ETARs. A ESCOLHA DO PROCESSO**

Podem ser adoptados os seguintes processos, sendo uns mais rústicos, outros mais sofisticados:

- 1- Decantador - Digestor (tanque Imhoff)
- 2- Leitos percoladores de baixa carga
- 3- Leitos percoladores de alta carga
- 4- Biodiscos
- 5- Lagunagem
- 6- Estações de lamas activadas (arejamento prolongado).
- 7- Canais de oxidação
- 8- Estações de lamas activadas (média carga)
- 9- Estações físico-químicas

A escolha do processo depende, como se acentuou na introdução, de cada caso em estudo e, portanto, dos condicionalismos que lhe estão subjacentes, tais como o meio receptor, população, caudais, natureza destes, terrenos, custo dos materiais e equipamentos, electricidade, pessoal de exploração, etc..

Em Portugal, até há poucos anos, as ETARs que se construíam eram quase sempre de leitos percoladores ou de lamas activadas, fazendo-se a opção entre os dois sistemas pela comparação dos custos do primeiro investimento e dos consumos de electricidade.

As dificuldades e custos de exploração assumem hoje importância fundamental já que existem numerosas estações construídas a funcionarem mal, com rendimentos muito baixos e avarias frequentes, logo com reparações caras. Torna-se por isso necessário alargar o número de parâmetros em análise quando se comparam as vantagens e inconvenientes de cada estação. É o que se procura fazer no quadro comparativo adiante apresentado.

III- BREVE DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

1- DECANTADOR-DIGESTOR. TANQUE IMHOFF. TRATAMENTO PRIMÁRIO

O decantador destina-se a fazer sedimentar as substâncias em suspensão (lamas). O digestor destina-se a fazer fermentar essas lamas, por acção das bactérias anaeróbias, tornando-as estáveis (mineralizadas e sem cheiro pútrido).

Nas estações mais pequenas, o decantador fica montado sobre o digestor, constituindo um único orgão (Tanque IMHOFF), caindo as lamas do primeiro para o segundo sem necessidade de bombas. Estando separados, as lamas terão de ser bombeadas do decantador para o digestor. Neste caso os decantadores são ainda, normalmente, dotados de dispositivos mecânicos para a raspagem das lamas (ou lodo) e sua introdução no poço de bombagem (fig.1).

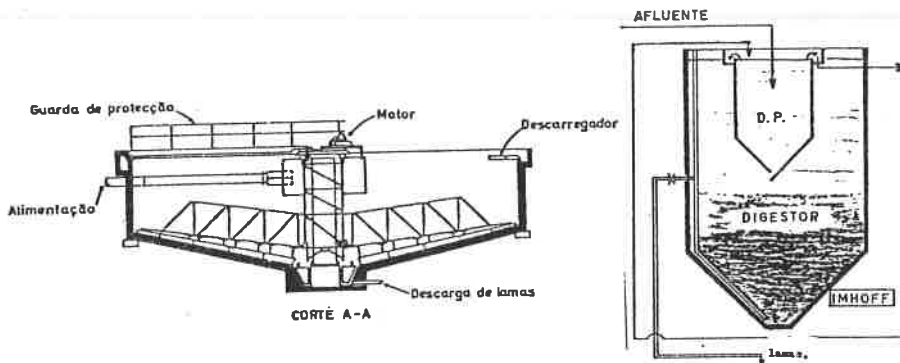


Fig.1- Decantador com raspador

Fig.2- Tanque IMHOFF

A configuração do Tanque IMHOFF está representada na Fig. 2. Neste, o decantador é constituído por uma só célula, mas existem tanques IMHOFF com dois e mais decantadores mergulhados no mesmo digestor.

A entrada e saída do esgoto nos decantadores deverá fazer-se com a maior suavidade possível para evitar as turbulências.

Os decantadores, quando bem dimensionados, garantem uma eficiência de 90 a 95% isto é, removem os sólidos sedimentáveis nesta proporção. Por essa razão o efluente poderá ser infiltrado no terreno desde que a permeabilidade do terreno o permita e não provoque contaminação de águas subterrâneas.

Em termos de carga orgânica (CBO), porém, a sua remoção é somente da ordem dos 25 a 40%. Quer dizer, o esgoto pode sair límpido dos decantadores mas, no entanto, a sua carga orgânica é ainda muito elevada. O Tanque IMHOFF, só realiza portanto, um pré-tratamento, isto é, uma depuração incompleta. Diz-se tratamento primário.

As lamas, após digestão em tempo útil, são removidas para leitos de secagem.

Com digestores separados e fechados pode recolher-se e aproveitar-se o gás proveniente da digestão (biogás).

2- LEITOS PERCOLADORES DE BAIXA CARGA (100 A 1000 HABITANTES)

Os leitos percoladores são órgãos de tratamento que funcionam na sequência dos tratamentos primários (decantação-digestão), isto é, efectuam já tratamentos biológicos. Os leitos de baixa carga são de concepção mais antiga.

Quaisquer deles (baixa ou alta carga) são, fundamentalmente, constituídos por um tanque cheio com pedras (brita) por entre as quais se escoam, ou percola, o líquido a tratar. As pedras recobrem-se de um filme biológico que serve de "habitat" às bactérias, sendo estas as obreiras na redução da matéria orgânica consumindo-a na sua alimentação. O oxigénio, indispensável à vida destas bactérias, é fornecido pelo ar que circula nos interstícios das mesmas pedras a partir do fundo e dos orifícios laterais do tanque.

O esquema de uma estação deste tipo é o seguinte:

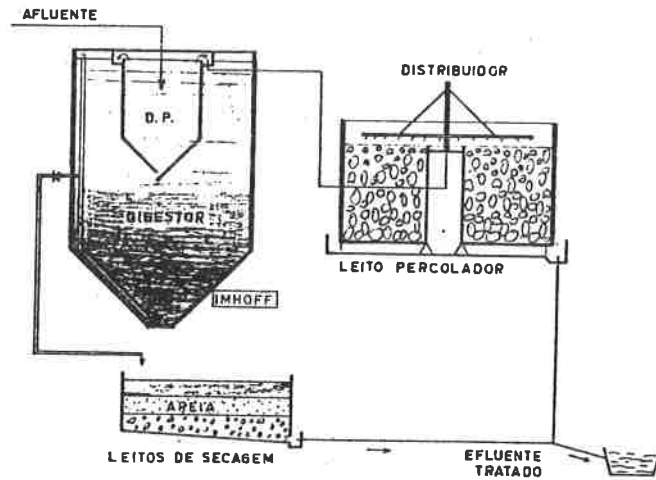


Fig. 3- Leitos percoladores de baixa carga

As vantagens deste processo são as seguintes:

- processo simples de baixo custo de exploração
- não necessita de bombagem (sem consumo de energia eléctrica)
- tem boa regularidade de funcionamento.

Os inconvenientes são:

- qualidade do efluente final média
- paragens exageradas quando o caudal se torna muito diminuto (secagem das pedras e aparecimento de moscas)
- não ser conveniente para populações superiores a 1000 habitantes.

3- LEITOS PERCOLADORES DE ALTA CARGA (DE 1000 A MAIS DE 5000 HABITANTES)

Diferem dos anteriores em virtude do líquido percolado ser obrigado a recircular, várias vezes, através do leito. Este artifício permite reduzir as suas dimensões. Torna-se por isso necessário a utilização de bombas.

Este processo obriga ainda à utilização de um outro decantador, dito secundário, para ultimar a clarificação do efluente.

O esquema é o seguinte:

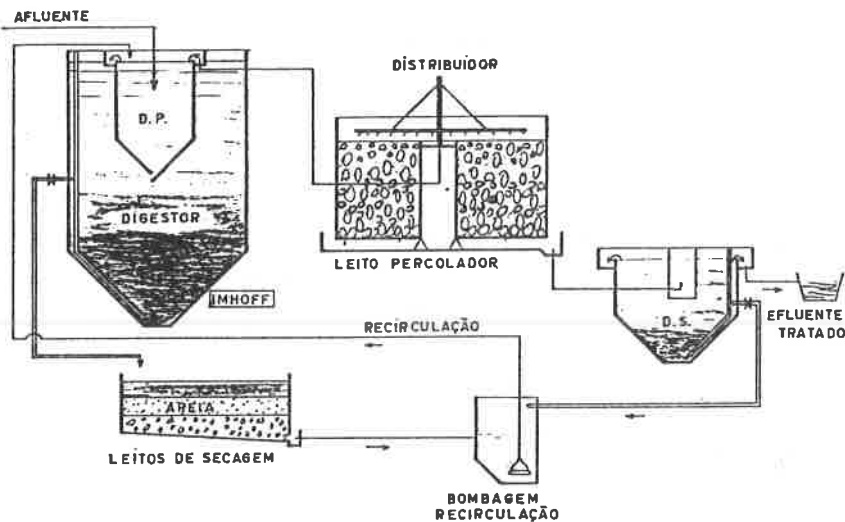


Fig. 4- Leitos percoladores de alta carga

As principais vantagens deste processo, relativamente ao anterior são:

- boa qualidade do efluente final;
- boa regularidade de funcionamento;
- razoável aceitação de variações de carga;
- caudal permanente (devido à recirculação), quer de dia quer de noite;

- ausência de moscas e cheiros;
- consumo de electricidade médio.

Inconvenientes:

- maiores custos de investimentos (cerca de 20% superior à baixa carga);
- maiores custos de exploração;
- consumo de energia eléctrica nas bombagens;
- mão de obra mais especializada.

4- BIODISCOS (500 A 3000 HABITANTES)

As Estações de Tratamento de Águas Residuais funcionando com biodiscos são análogos às ETARs com leitos percoladores de alta carga, só com a diferença de que, em vez dos leitos percoladores, são utilizados os biodiscos. Aliás, estes funcionam segundo os mesmos princípios teóricos.

Os biodiscos constituem uma unidade compacta, mecanizada, com os discos assentes sobre o eixo horizontal, semi-mergulhados no efluente a depurar, e rodando todo o conjunto a pequena velocidade (Fig.5).

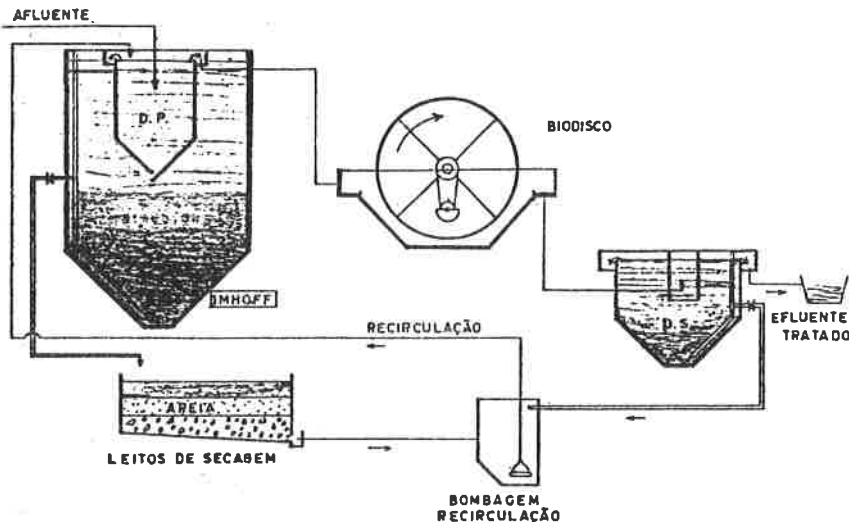
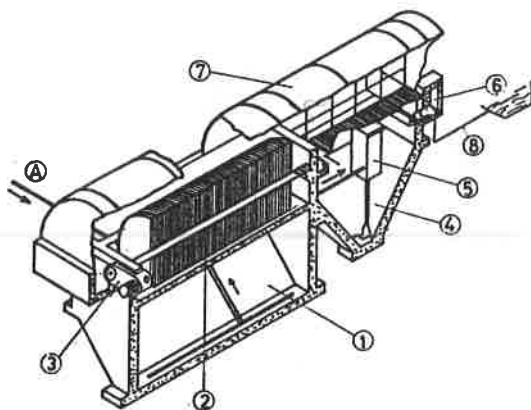


Fig.5- Biodiscos

É frequente neste tipo de ETARs, quando destinadas a servir pequenos aglomerados, a eliminação do digestor como órgão independente. Por vezes também os biodiscos são montados sobre o decantador primário, num compartimento separado da parte inferior por parede de betão, ou mesmo de poliéster, evitando-se a construção de um tanque separado.

As lamas primárias, bem como as que se vão despreendendo dos discos e as recirculadas do decantador secundário, depositam-se no fundo do decantador primário, onde são digeridas, e do qual são retiradas de tempos a tempos para leitos de secagem, por carga hidráulica.

O esquema duma estação deste tipo pode ser o a seguir indicado:



- A- Esgoto afluente
- 1- Sedimentador primário
- 2- Biozona
- 3- Motor e redutor
- 4- Sedimentador secundário
- 5- Deflector de entrada
- 6- Câmara de descargas
- 7- Cobertura
- 8- Efluente tratado

Fig.6 - Biodiscos compactos

As principais vantagens deste processo são:

- boa qualidade do efluente final
- baixa produção de lamas (logo pequeno espaço ocupado)
- baixo consumo de electricidade em relação aos sistemas de lamas activadas
- ausência de cheiros e de insectos
- custos de exploração baixos

5- LAGUNAGEM - 100 A 5000 HABITANTES

Processo de tratamento que se realiza em grandes tanques (ou lagoas), habitualmente escavados na terra, nos quais a matéria orgânica é depurada em geral por bactérias aeróbias e algas em simbiose, isto é, as bactérias aeróbias decompõem a matéria orgânica das águas residuais em produtos minerais assimiláveis pelas algas (fosfatos, nitratos e potássio), e estas, em presença da luz solar, decompõem o gás carbônico (CO_2) que se forma nas reacções, em carbono e oxigénio de que as bactérias necessitam para a sua respiração.

Um esquema simples de lagunagem para pequenas comunidades pode ser constituído por associação de três lagoas em série, de acordo com o seguinte esquema:

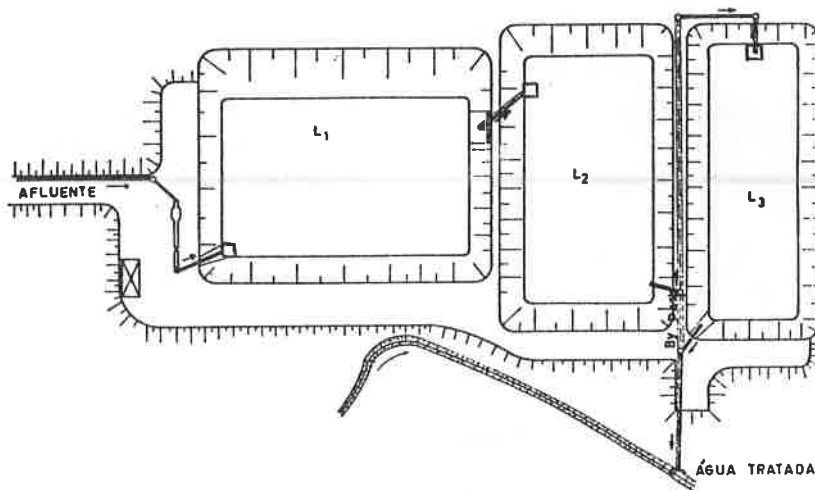


Fig. 7 - Lagoas

As duas primeiras lagoas têm uma profundidade de 1 a 2 metros e a terceira uma profundidade de cerca de 0,50 a 0,90 metros. Esta pode conter vegetais aquáticos (algas) e mesmo certos peixes. A superfície total das lagoas é da ordem dos $10 \text{ m}^2/\text{habitante}$. Nelas se desenvolve, naturalmente, uma abundante flora bacteriana a qual se alimenta da matéria orgânica existente no esgoto e consome o oxigénio fornecido pelas micro-algas (princípio da fotossíntese).

Para populações maiores poderão utilizar-se outras associações de lagoas exigindo menores áreas, com o recurso a uma primeira lagoa anaeróbia (profundidade de 3 a 5 metros) seguida de uma facultativa (profundidade de 1 a 2 metros) e eventualmente uma terceira aeróbia ou de maturação, dependendo das características do meio receptor (profundidade de 0,80 a 1,0 metros).

A área requerida depende da temperatura média do local e da insolação. Em termos aproximados pode-se referir para a zona litoral da Região Centro um valor da ordem dos 3 a 5 m²/habitante para o conjunto.

Esta associação não deverá ser aplicada muito próximo dos aglomerados.

Uma variante aos processos de lagunagem consiste na utilização de lagoas arejadas. Nestas, o oxigénio é fornecido essencialmente por turbinas aplicadas sobre flutuadores superficiais, distribuídos ao longo da lagoa, ou por meio de compressores, sendo neste caso injectado ar comprimido junto ao fundo.

As vantagens deste processo são:

- boa qualidade do efluente final;
- boa regularidade de funcionamento;
- custos de exploração praticamente nulos;
- custos referentes a obras de construção civil muito pequenos;
- consumo de energia eléctrica nulo;
- gestão das lamas muito simplificada; sómente uma remoção das lamas na 1ª lagoa em intervalos de 2 a 3 anos;
- eliminação total ou quase de germes.

Inconvenientes:

- necessidade de grandes áreas de terreno;
- necessidade da sua prévia impermeabilização quando os mesmos são demasiadamente porosos;
- risco de proliferação de mosquitos.

Este tipo de ETAR pode também ser utilizado como tratamento complementar, secundário ou terciário. Neste caso a superfície requerida será significativamente menor (cerca de metade).

6- LAMAS ACTIVADAS EM AREJAMENTO PROLONGADO (1000 A 4000 HABITANTES)

Este processo consiste em provocar, num tanque, a floculação das partículas orgânicas e inorgânicas existentes no esgoto por meio de agitação mecânica (turbina), mantendo os respectivos flocos em suspensão. Estes são o "habitat" das bactérias, as quais se alimentam da matéria orgânica existente no esgoto, depurando-o, e sobrevivem à custa do oxigénio introduzido pela forte agitação (líquido-ar) provocada pela turbina.

O tanque de reacção funciona em conjugação com um decantador secundário.

O esquema é o seguinte:

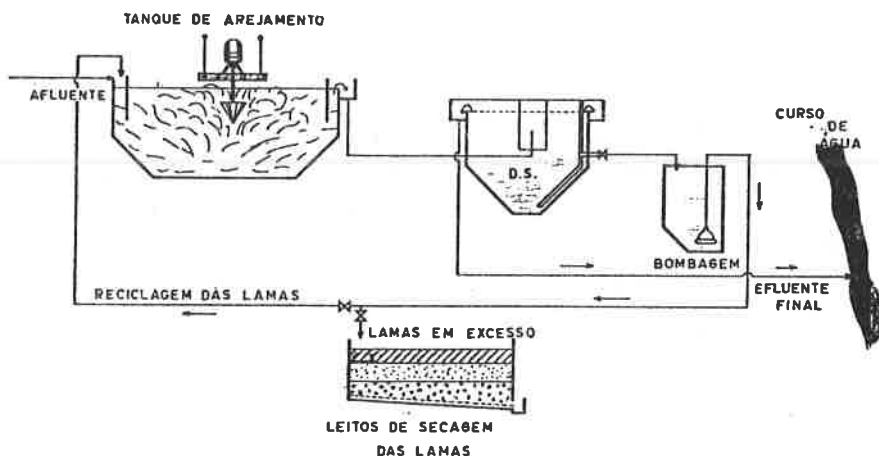


Fig. 8 - Lamas activadas em arejamento prolongado

Este processo, de baixa carga, é conhecido também como de arejamento prolongado, em virtude do tempo de contacto entre o efluente a tratar e as bactérias ser longo, podendo ir até às 24 horas.

O arejamento é usualmente feito por acção de uma ou mais turbinas, com ou sem auxílio de difusores de ar comprimido.

As suas vantagens são:

- boa qualidade;
- custo de investimento médio;
- boa tolerância às sobrecargas.

Inconvenientes:

- gestão muito delicada das lamas;
- elevado consumo de energia eléctrica;
- mediocre regularidade no funcionamento;
- mais mão de obra e mais especializada;
- maior área para os leitos de secagem.

7- LAMAS ACTIVADAS DE MÉDIA CARGA (MAIS DE 5000 HABITANTES)

Este sistema difere do anterior em virtude de necessitar de dois tanques de arejamento: um só para o esgoto e outro para as lamas em excesso (digestor).

Esquema:

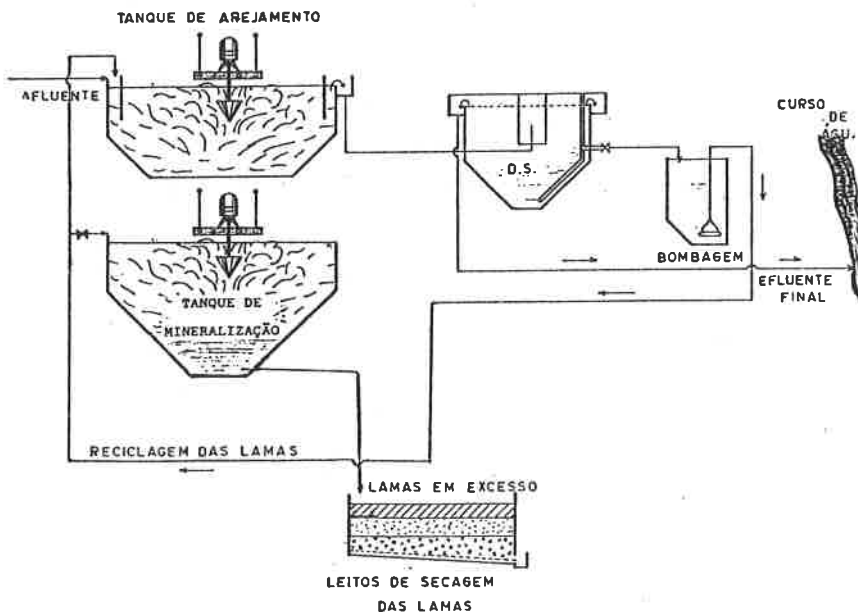


Fig.9 - Lamas activadas a média carga

Vantagens:

- boa qualidade do efluente final;
- investimento médio.

Inconvenientes:

- Exploração muito delicada;
- pessoal qualificado;
- elevado consumo de energia eléctrica.

8- CANAIS DE OXIDAÇÃO (2000 A MAIS DE 5000 HABITANTES)

Têm por base os mesmos princípios teóricos que os processos de tratamento por lamas activadas em arejamento prolongado.

As principais diferenças consistem no facto do tanque ser substituído por um canal, aberto no terreno, da turbina ser de eixo horizontal em vez de vertical, e da decantação ser efectuada no próprio canal. Este actua, portanto, tanto como tanque de arejamento como de decantador secundário. O seu funcionamento é sempre em circuito fechado.

Esquema (tipo primitivo)

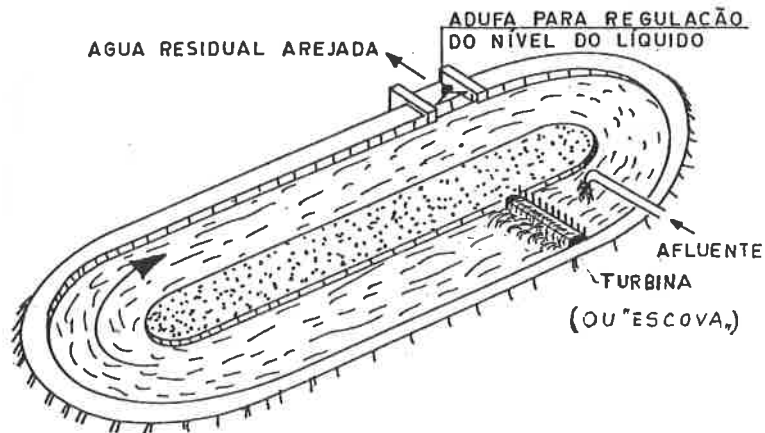


Fig.10 - Canal de oxidação

A fase de arejamento alterna com a sedimentação por meio de arranques e paragens sucessivas das escovas. A entrada do esgoto é feita entre a fase de sedimentação e a fase de arejamento, intermitentemente, de modo que o esgoto introduzido no canal desloque, de cada vez, igual volume de líquido decantado.

As lamas são removidas periodicamente, para os leitos de secagem.

Vantagens:

- boa qualidade do efluente final;
- investimento médio;
- pequeno espaço.

Inconvenientes:

- exploração delicada;
- pessoal qualificado;
- elevado consumo de energia eléctrica.

9- ESTAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS

São especialmente usadas em esgotos industriais ou mistos e, sobretudo, no caso de variações grandes e bruscas nas cargas.

A operação principal é a coagulação-floculação das impurezas seguida da decantação. A floculação é conseguida com cal, sulfato de alumínio, cloreto férrico, polielectrólitos, etc..

Vantagens:

- grande absorção nas variações das cargas;
- bom rendimento na eliminação das substâncias em suspensão;
- pouca necessidade de espaço.

Inconvenientes:

- menor rendimento na eliminação da matéria orgânica;
- lamas mal estabilizadas;
- dificuldade na exploração;
- mão de obra especializada;
- custo de exploração elevada.

10- OUTROS PROCESSOS

Os métodos atrás descritos não constituem, de modo algum, uma listagem exaustiva.

Na bibliografia da especialidade podem encontrar-se referências a outros processos de tratamento, menos generalizados, ou a diferentes combinações dos métodos descritos, como, por exemplo, o processo dos filtros de nitrificação "up flow filters", as lagoas activadas por discos biológicos, etc..

De entre os métodos de desenvolvimento mais recente, ou ainda em estudo, saliente-se o processo designado por "Construted Wetlands", que consiste na utilização de zonas húmidas artificiais onde a vegetação desempenha um papel fundamental no processo de depuração.

IV - COMPARAÇÃO-RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DE CADA UM DOS PROCESSOS

Na tabela seguinte resumem-se as características mais relevantes de cada um dos processos permitindo compará-los segundo os mesmos critérios de avaliação:

CARACTERÍSTICAS	PROCESSOS MAIS RÚSTICOS					PROCESSOS MAIS SOFISTICADOS				
	Tanque Imhoff	Leito percolador (Baixa carga)	Leito percolador (Alta carga)	Blodiscos	Lagunagem	Lamas activadas areiam. prolong.	Canais de oxidação	Lamas activadas (Média carga)	Estações Físico-químicas	
Qualidade do efluente final	Mediocre	Média	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Média	
Regulabilidade de funcionamento	Muito Boa	Muito Boa	Boa	Média	Muito Boa	Média	Boa	Média	Média	
Gestão das lamas	Muito simples	simples	simples	simples	Muito simples	Delicada	Delicada	Delicada	Delicada	
Custo da exploração	Muito pequeno	Muito pequeno	Muito pequeno	pequeno	Muito pequeno	Elevado	Médio	Elevado	Elevado	
Consumo de energia eléctrica	Nulo	Nulo	Médio	Médio	Nulo	Muito grande	Muito grande	Elevado	Pequeno	
Custo de investimento	Pequeno	Médio	Elevado	Elevado	Variável	Médio	Médio	Médio	Médio	
Qualificação do pessoal	Pouco elevada	Pouco elevada	Média	Média	Pouco elevada	Elevada	Elevada	Mais elevada	Mais elevada	
Espaço necessário	Pequeno	Médio	Pequeno	Pequeno	Muito grande	Médio	Pequeno	Médio a grande	Pequeno	
Adição para aceitar variações bruscas de carga	Boa	Média	Mediocre	Mediocre	Muito boa	Mediocre	Mediocre	Mediocre	Muito boa	
Comportamento face ao efluente diluído	Bom	Bom	Bom	Muito Bom	Mediocre	Mediocre	Mediocre	Bom	Bom	

*** Qualidade do efluente final**

No que respeita ao Tanque IMHOFF, já foi dito em III.1 que se trata de uma depuração incompleta. O seu efluente é semelhante ao das fossas sépticas.

Com excepção dos leitos percoladores de baixa carga e das estações físico-químicas, os efluentes finais das outras estações são, quando bem conduzidas, geralmente muito bons.

*** Regularidade de funcionamento**

Os processos de tratamento por lamas activadas estão mais sujeitos a interrupções em consequência de avarias mecânicas ou eléctricas, por má condução da estação, ou por má qualidade das lamas.

*** Gestão das lamas**

É particularmente delicada no caso das lamas activadas sendo, na maior parte das vezes, a causa do mau funcionamento das ETARs.

No processo dos leitos percoladores-Tanque IMHOFF a gestão das lamas é fácil. Estas, tendo sido digeridas em anaerobiose (ausência de ar) são mais concentradas, mais mineralizadas, e mais fáceis de secar.

*** Custos de investimento e de exploração**

Em termos gerais poderá dizer-se que, para a mesma capacidade de tratamento, os processos mais sofisticados têm custos de investimento menores que os processos mais rústicos (cerca de 20% menos). Em contrapartida, porém, têm custos de exploração duplos. O consumo de energia eléctrica nos rústicos tem, nestes, um peso reduzido ou mesmo nulo.

*** Espaço necessário e configuração do terreno**

A lagunagem exige muito maior espaço que qualquer um dos outros processos e terreno apropriado (cerca de 5m²/habitante).

Os processos por leitos percoladores-Tanque IMHOFF ocupam menos espaço que por lamas activadas (sobretudo devido às menores dimensões dos leitos de secagem), convindo-lhes terrenos com certo declive.

CONCLUSÃO:

Em face da análise efectuada pode concluir-se que os processos referidos como mais rústicos têm sobre os mais sofisticados as seguintes vantagens:

- custos de exploração reduzidos - (Tenha-se em conta as carências energéticas do País e o preço da electricidade);
- gestão das lamas bastante simples;
- pessoal menos especializado;
- condução mais fácil de toda a ETAR.

V- APROVEITAMENTO DE SUB-PRODUTOS

As lamas podem ser usadas como material fertilizante em agricultura. Quando removidas dos leitos de secagem contêm ainda cerca de 30% de água, mas são perfeitamente manuseáveis à pá e transportáveis em viatura.

A sua côr é escura, quase negra, e de cheiro a húmus.

O seu valor como fertilizante reside precisamente no seu conteúdo em húmus (cerca de 50%) e na presença dos elementos nobres (azoto, fósforo e potássio). O quadro seguinte dá uma ideia do seu valor em comparação com o estrume de estábulo e com os adubos comerciais em termos de percentagem:

MATERIAL	Azoto (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potássio (K ₂ O)
Lamas digeridas	2,2	1,5	0,5
Estrume de estábulo	2,2	1,1	1,6
Adubos comerciais	4,0	9,0	10,0

As lamas não devem ser usadas directamente na cultura de alimentos que sejam consumidos crus, tais como alface, agrião, tomate, rabanete, morango, cebola, salsa, etc..

A sua melhor maneira de aplicação consiste em misturá-las com a terra e espalhar o conjunto no terreno destinado a ser lavrado ou cavado.

Contudo as lamas provenientes das Estações de Tratamento para mais de 5 000 habitantes, só poderão ser aplicadas na agricultura desde que seja respeitada a Directiva 86/278/CEE de 12 de Junho de 1986.

No que se refere ao efluente final, saído da ETAR, trata-se de um líquido (água) que, embora límpido e incolor, contêm ainda certa quantidade de matéria orgânica e, eventualmente, germes vivos que podem ser patogénicos ou não. Recomenda-se, por isso, que se esta água for utilizada na irrigação de terrenos o seja, como se referiu, para alimentos não consumidos crus (por exemplo campos de milho, pomares, etc.).

Esta água, além da sua utilização nas regas, pode ainda ser reciclada e tratada (se economicamente se justificar) e utilizada como água comum.

Outro sub-produto susceptível de aproveitamento é o bio-gás, que é gerado naturalmente sempre que a decomposição da matéria orgânica se processar em meio anaeróbio. A sua composição é naturalmente variável com as características do substrato que lhe dá origem e com as características do meio onde se processa a fermentação. Em geral, ele é composto por metano (40% a 75%), gás carbónico (25% a 40%), ácido sulfídrico (0,1% a 5%) e ainda pequenas quantidades de hidrogénio, azoto, água, amoníaco, etc..

A existência de significativas quantidades de metano na sua composição tornam o bio-gás um sub-produto de elevado interesse energético. O seu poder calorífico inferior (PCI) é próximo das 5000 Kcal/m³ (para 60% CH₄), inferior ao do propano (PCI = 22.000 Kcal/m³), mas superior ao do gás da cidade (PCI = 4.000 Kcal/m³). A equivalência geralmente considerada em relação à electricidade é de 5 Kwh para 1 m³ de bio-gás.

Deve contudo referir-se que, no domínio das pequenas estações depuradoras, que se enquadram no âmbito da presente publicação, não se torna geralmente rentável o aproveitamento deste sub-produto.

VI- TRATAMENTOS PRELIMINARES. OBRA DE ENTRADA

Convém fazer-se uma pequena referência aos tratamentos preliminares a que o esgoto deve ser submetido antes de entrar na estação de tratamento propriamente dita.

Os principais são:

1- GRADAGEM

Consiste em obrigar as águas residuais a passar através de uma ou mais grades a fim de estas poderem reter os materiais volumosos arrastados pelo esgoto, os quais poderiam prejudicar o funcionamento da ETAR.

2- DESAREAMENTO

Consiste em remover as areias arrastadas. Há toda a conveniência em fazê-lo, independentemente do tipo da ETAR, a fim de evitar desgastes no equipamento e problemas de exploração. Qualquer que seja o processo adoptado, este consiste sempre em fazer passar o esgoto por um tanque ou canal de tranquilização, onde a velocidade seja reduzida, e as areias possam decantar.

É uma medida particularmente necessária no caso de redes unitárias, ou servidas de instâncias balneares.

3- RETENTORES DE GORDURAS

A sua finalidade é reter os óleos e gorduras ou outras substâncias menos densas que a água e flutuantes.

As gorduras provêm dos esgotos de cozinha ou de despejos industriais típicos, tais como os óleos de garagens, oficinas, e estações de serviço. Estes óleos devem ser retidos na origem, em câmaras separadoras apropriadas.

A presença de óleos e gorduras nos leitos percoladores é particularmente nociva. Se a ETAR não dispuser de obra de entrada com órgão desengordurador, esses óleos vão aparecer no decantador, flutuando à superfície dele, donde deverão ser removidos.

A separação dos óleos e gorduras é fácil, podendo utilizar-se o dispositivo indicado esquematicamente na Fig.11 que é um tanque de flutuação.

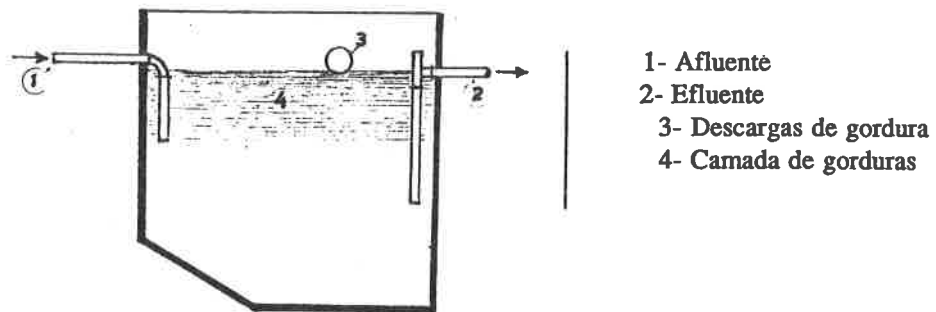


Fig.11 - Tanque de flutuação

VII- AGLOMERADOS POPULACIONAIS COM MENOS DE 500 HABITANTES. TRATAMENTOS - SIMPLIFICADOS

Nos pequenos aglomerados, com poucas centenas de habitantes, e nas habitações dispersas poderão em muitos casos utilizar-se processos simples no tratamento dos efluentes (por exemplo fossas sépticas seguidas de poços absorventes), em alternativa aos atrás referidos. Na escolha dever-se-á atender às características dos terrenos (nomeadamente permeabilidade e nível freático) e à capacidade do meio receptor, tendo sempre o cuidado de evitar a contaminação das águas subterrâneas.

Também se poderão utilizar estes processos simplificados em pequenas bacias secundárias cuja ligação à bacia principal não possa ser feita por escoamento gravítico. Este procedimento, no entanto, só deverá ser considerado como medida de recurso, resultando em muitos casos mais económica a construção de uma pequena estação elevatória.

1- FOSSAS SÉPTICAS

As fossas sépticas são, como é sabido, tanques com dois ou três compartimentos, estanques, onde as águas residuais são submetidas a um processo de tratamento anaeróbio.

O tratamento ocorre em duas fases: sedimentação e digestão das lamas. Para que a sedimentação se faça em boas condições é importante que se evitem as agitações e o "curto-circuito" entre a entrada e a saída.

Nunca se deverão ligar os efluentes das fossas sépticas directamente para linhas de água, dado o baixo rendimento destes órgãos na eliminação dos microorganismos patogénicos.

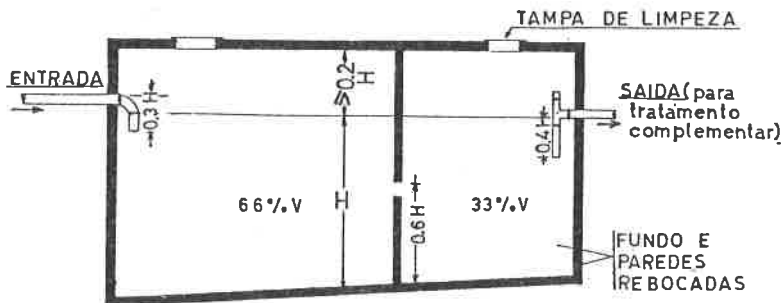


Fig.12 - Fossa séptica de dois compartimentos

Cuidados a ter com as fossas sépticas:

- a) boa construção (estanques, tampas para limpeza de fácil abertura, palas de protecção à entrada e à saída);
- b) limpeza das lamas uma vez por ano, ou no mínimo de dois em dois anos;
- c) retirada das crostas superficiais quando expensas;
- d) não as utilizar sem serem seguidas de poços absorventes ou trincheiras de infiltração.

2- POÇOS ABSORVENTES

São órgãos destinados a infiltrar no terreno os efluentes tratados em fossas sépticas ou em tanques IMHOFF, completando o seu tratamento à custa de reacções de filtração e mesmo digestão, que ocorrem nos interstícios do solo.

Só devem ser utilizados em terrenos com as seguintes características:

- nível freático baixo;
- permeabilidade razoável ou grande;
- zonas não calcárias;
- longe de captações de água, quer públicas quer privadas.

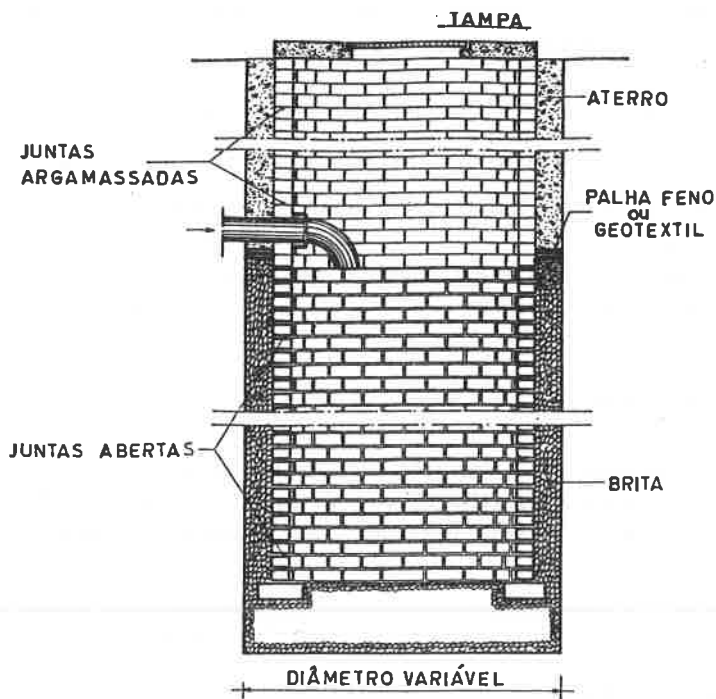


Fig.13 - Poço absorvente

3- TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO

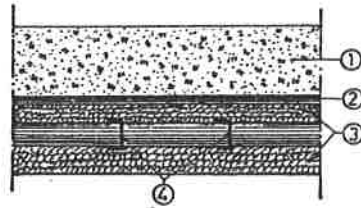
São valas abertas no terreno através das quais se faz circular o efluente saído das fossas ou tanque IMHOFF (Fig.2).

Têm funcionamento semelhante ao dos poços absorventes e destinam-se também a infiltrar efluentes parcialmente tratados no solo. Neste caso, porém, a infiltração é superficial.

Podem ser utilizadas em terrenos com as seguintes características:

- boa permeabilidade junto à superfície;
- pequenas inclinações;
- impermeáveis em profundidade.

Uma variante das trincheiras de infiltração são os filtros de areia ou as trincheiras filtrantes. Nestas, o líquido proveniente das fossas é filtrado através de uma camada de areia de granulometria homogênea.



- 1- Aterro
- 2- Palha, feno ou Geotextil
- 3- Brita
- 4- Manilhas Emboquilhadas

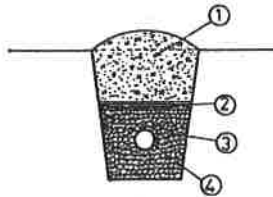


Fig.14 - Trincheiras de infiltração

BIBLIOGRAFIA

- 1- AFONSO, A. Silva - Utilização de Discos Biológicos na Depuração de Esgotos de Pequenos Aglomerados, Congresso da Ordem dos Engenheiros, Porto, 1978.
- 2- AFONSO, A. Silva - A utilização de Estações Compactas no Tratamento de Águas Residuais, Congresso 83 da Ordem dos Engenheiros, Porto, 1983.
- 3- EQUISAN, LDA. - Catálogos diversos.
- 4- IMHOFF, Karl - Manual de Tratamento de Águas Residuárias, Editora Edgard Blucher, Ltda., São Paulo, 1966.
- 5- MORAIS, Álvaro Q. - Depuração dos esgotos Domésticos de Pequenos Aglomerados Populacionais e Habitações Isoladas, Direcção-Geral do Saneamento Básico, Lisboa, 1977.
- 6- STEEL, E. W. - Water Supply and Sewerage, Mcgraw-Hill Book Company Inc., Tóquio, 1960.

**Composto e Impresso
na Secção de OFFSET da
Comissão de Coordenação
da Região Centro
Janeiro 89
Tiragem: 1000 exemplares**

