

Davide Santos

Dep. Eng. Civ.
EST/UAlg

Cláudio Brito

TRATAMENTO DE EFLUENTES POR PROCESSOS NATURAIS

RESUMO

O presente trabalho tem por objectivo abordar de uma forma sumária os sistemas de tratamento de águas residuais com base em processos naturais.

É referida ainda a importância destas tecnologias na garantia da qualidade das descargas de águas residuais em pequenos aglomerados populacionais.

1 - Introdução

Os sistemas de tratamento de águas residuais podem dividir-se em dois grupos :

- **Sistemas intensivos ou convencionais** – São sistemas que através de apreciáveis consumos energéticos (equipamentos electromecânicos), utilizam pequenas áreas de implantação por habitante equivalente (*e.g.* : lamas activadas e leitos percoladores).
- **Sistemas extensivos ou naturais** – Baseiam-se em processos naturais, com pequeno ou nenhum recurso a consumos energéticos e que ocupam áreas superiores de implantação por habitante equivalente (*e.g.* : lagoas, fito-ETARs e sistemas de tratamento pelo solo).

A selecção do sistema de tratamento de águas residuais deve atender a diversos factores, nomeadamente:

- Qualidade do afluente bruto;
- Qualidade pretendida do efluente final;
- Custos do investimento;
- Custos de exploração;
- Custos de transporte (Sistemas de drenagem e bombagem de águas residuais).

O tratamento de águas residuais é tanto mais económico, quanto maior for o número de habitantes equivalentes a tratar num só local, minorando os custos de investimento e exploração *per capita*. Neste caso, os sistemas intensivos apresentam-se como vantajosos.

Os custos *per capita* associados à concentração dos efluentes (custos de transporte) num só local, aumentam com a dispersão geográfica dos aglomerados populacionais e relevo acentuado.

A utilização dos sistemas de tratamento de águas residuais intensivos *vs* extensivos passa pela análise dos factores anteriormente referidos por forma a minimizar os custos, mantendo a qualidade final do efluente.

Face ao exposto, para pequenos aglomerados populacionais caracterizados por dispersão geográfica, como é o caso do interior do Algarve, a utilização de sistemas extensivos torna-se vantajosa face aos outros.

O interior do Algarve apresenta um número de horas de Sol ao longo do ano e temperaturas acima da média nacional. Estes factores favorecem a aplicação destes sistemas.

2 - Sistemas de tratamento pelo solo

2.1 - Descrição do Processo

Os sistemas de tratamento pelo solo correspondem a uma aplicação planeada e controlada das águas residuais através do solo e/ou plantas sendo tratadas por processos físicos, químicos e biológicos.

Estes tipos de tratamentos são usualmente utilizados a jusante de pré-tratamentos, contribuindo estes últimos para retardar a colmatação do solo (diminuindo a operação e manutenção do sistema) e controlar as cargas orgânicas afluentes.

Estes sistemas têm como desvantagens a necessidade de acautelar a protecção dos lençóis freáticos, caso estes existam. A aplicação requer estudos prévios adequados.

2.2 - Sistema de Infiltração Lenta no Solo

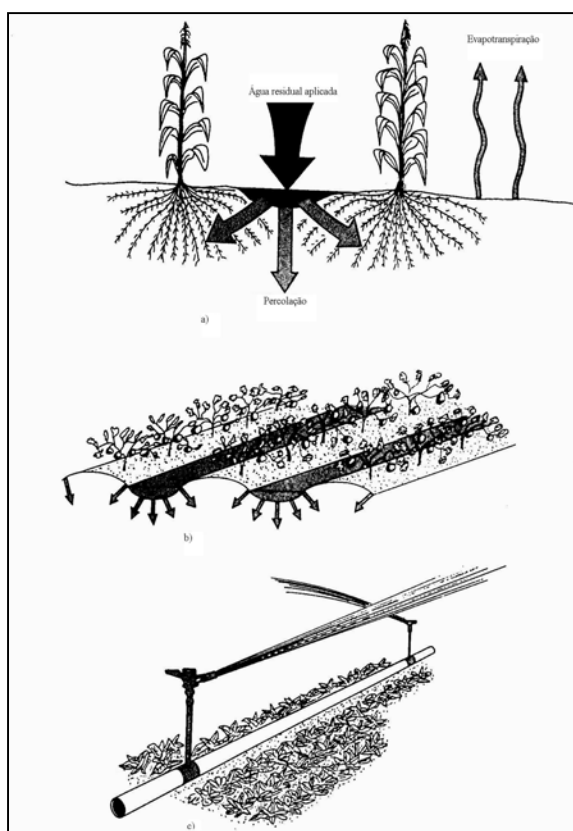


Figura 1 - Processos de aplicação da água residual pelo sistema de infiltração lenta no solo: a) por escoamento hidráulico, b) por distribuição superficial e c) distribuição por *sprinklers*. Adaptado : (Qasim, 1999)

Pelo facto de se tratar de um sistema de efeito combinado solo/plantas, a aplicação deste requer um estudo das necessidades nutricionais das plantas por forma a haver um equilíbrio entre as suas necessidades e a quantidade de água residual a aplicar.

Os valores de referência de aplicação de água residual nestes sistemas situam-se no intervalo compreendido entre 3,5 a 10,0 mm/d (Davis, 1998).

Este sistema necessita no mínimo de uma camada de 0,60 a 0,90 m de espessura, sendo esta função do tempo de retenção, desenvolvimento das raízes e bactérias (WPCF, 1990). A participação das plantas neste sistema é remover azoto (67 % a 94 %) e fósforo (10 % a 25 %), os restantes elementos constituintes da água residual são tratados pelo solo; CBO₅ (95 %); Sólidos Suspensos Totais (30 kg/ha/d); Patogénicos (99,9 %) (WPCF, 1990).

2.3 - Sistema de Infiltração Rápida no Solo

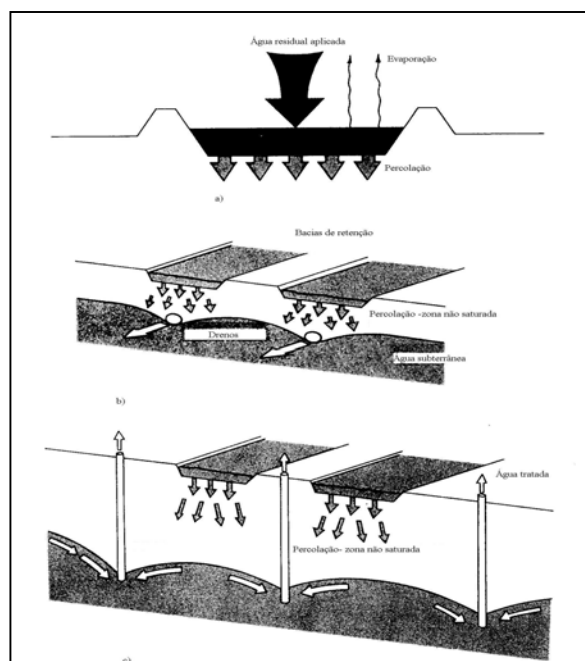


Figura 2 - Processos de aplicação da água residual pelo sistema de infiltração rápida no solo e métodos de recuperação da água tratada: a) por escoamento hidráulico, b) recuperação por drenos subterrâneos e c) recuperação por poços. Adaptado: (Qasim, 1999)

Este processo é caracterizado por ser realizado só pelo solo, sendo mais intensivo que o anterior. É o sistema apropriado para tratar grandes cargas hidráulicas e orgânicas.

O perfil deste sistema consiste numa lagoa em que a água passa através dos vazios do terreno por percolação descendente.

O processo em causa requer mais manutenção e procedimentos de operação do que os outros. O processo poderá ser insatisfatório caso a permeabilidade do solo não seja a adequada.

A profundidade necessária para proceder ao tratamento varia entre 1,5 e 2,5 m abaixo da superfície da lagoa (WPCF, 1990).

As cargas aplicadas neste sistema são : CBO₅ (45 a 177 kg/ha/d); Azoto (3,4 a 41,5 kg/ha/d); Fósforo (1,0 a 13,2 kg/ha/d); SST (33,6 a 112,1 kg/ha/d) (WPCF, 1990).

As remoções atingidas por este sistema são : CBO₅ (86 % a 100 %); Azoto (10 % a 93 %); Fósforo (29 % a 99 %); SST (100 %) (WPCF, 1990).

2.4 - Sistema de Escoamento Superficial no Solo

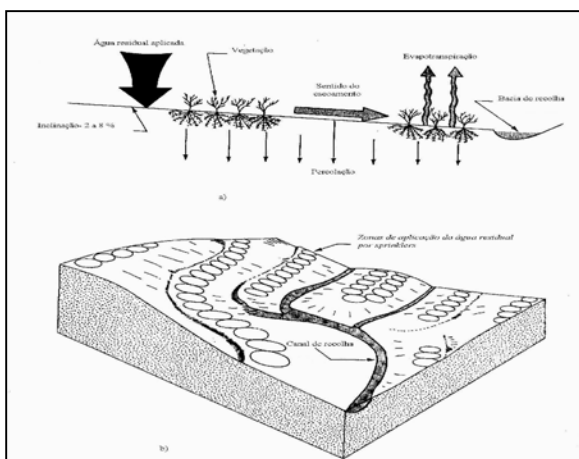


Figura 3 - Processos de aplicação da água residual pelo sistema de escoamento superficial no solo e métodos de aplicação da água tratada: a) por escoamento hidráulico, b) corte esquemático do sistema com aplicação por *sprinklers*. Adaptado: (Qasim, 1999)

O sistema de escoamento superficial no solo requer a utilização de solos de baixa permeabilidade (argilas e siltes) permitindo o escoamento das águas residuais.

Neste processo o principal responsável pelo tratamento são as plantas, uma vez que o solo apresenta uma fraca contribuição.

No sistema de escoamento superficial no solo, a área de aplicação da água residual é caracterizada por um talude revestido por vegetação. A água residual é aplicada no topo do talude sendo a lâmina líquida recolhida em depressões existentes nos vales. O tratamento da água residual processa-se durante o percurso da água pela superfície.

A topografia deverá ser escolhida por forma a garantir a inclinação dos taludes entre os 2 % e os 8 % (WPCF, 1990). Inclinações superiores originam fenómenos de erosão, criando assim caminhos preferenciais e um tratamento desadequado. Caso sejam inferiores corre-se o risco de se formarem zonas estagnadas.

As remoções atingidas por este sistema são : CBO_5 (80 % a 95 %); Sólidos Suspensos Totais (eficaz para velocidades de escoamento da ordem dos 0,3 a 3,0 cm/s); Azoto (20 % a 30 %); Fósforo (20 % a 60 %).

3 - Sistemas de Tratamento por Lagoas

Os sistemas de lagunagem são constituídos por grandes bacias e com elevados tempos de retenção e limitadas por diques construídos com o próprio material do terreno, nas quais a depuração das águas se processa por meios inteiramente naturais, através da actividade biológica das bactérias e algas.

De acordo com o processo predominante pelo qual ocorre a degradação da matéria orgânica as lagoas podem classificar-se em anaeróbias, aeróbias, facultativas e de maturação, tendo as características que a seguir se indicam :

3.1 - Anaeróbia

Predominam os processos de decomposição anaeróbia na lagoa. É caracterizado pela inexistência de oxigénio (livre ou combinado).

Aplicam-se no tratamento de águas residuais com cargas orgânicas elevadas e com grande concentração de sólidos em suspensão.

As lagoas anaeróbias têm alturas de coluna de água da ordem de 2,5 a 5,0 m (WPCF, 1990).

As remoções atingidas por este sistema são : CBO_5 (50 % a 80 %) (Monte in Seminário 279, 1981).

3.2 - Aeróbias

Predominam os processos de decomposição aeróbia da lagoa. Caracterizam-se por ter oxigénio dissolvido em toda a massa líquida.

As lagoas aeróbias tem alturas de coluna de água da ordem de 0,30 a 0,45 m (WPCF, 1990).

As remoções atingidas por este sistema são : CBO_5 (80 % a 95 %) (Monte in Seminário 279, 1981).

3.3 - Facultativa

Predominam os processos de decomposição aeróbia na superfície e anaeróbias no fundo. A zona de separação entre as duas anteriormente referidas é caracterizada por processos anóxicos (biodegradação na presença de apenas oxigénio combinado).

As lagoas facultativas têm alturas de coluna de água da ordem de 1,20 a 2,50 m (WPCF, 1990).

As remoções atingidas por este sistema são : CBO_5 (80 % a 90 %); Azoto Orgânico (75 % a 95 %); Azoto Amoniacal (51 % a 82 %); Fósforo (32 % a 98 %); Coliformes Fecais (99,9 %) (Monte in Seminário 279, 1981).

3.4 - Maturação

As lagoas de maturação são lagoas aeróbias ou por vezes facultativas. Recorre-se a este tipo de lagoas para tratamentos terciários ou de afinação cuja função principal consiste na redução dos germes patogénicos.

As lagoas facultativas tem alturas de coluna de água da ordem de 1,00 a 3,00 m (Mara *in* Seminário 279, 1981).

4 - Fito-ETARs

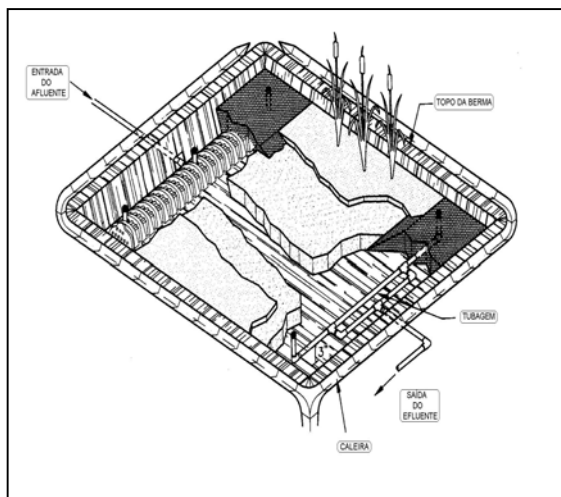


Figura 4 – Esquema de uma Fito-ETAR de escoamento subsuperficial.

Adaptado: (Campbell, 1999)

4.1 - Descrição do Processo

O processo consiste em fazer passar a água residual através do solo (normalmente depois de pré-sedimentada em decantadores, fossas sépticas ou tanques Imhoff).

O solo apresenta-se preenchido com as raízes de macrófitas e comunidades microbianas, que degradam a matéria orgânica da água residual, assimilando ao mesmo tempo os nutrientes nela existentes. O oxigénio é o produto que resulta deste processo, permitindo trocas gasosas ao nível dos rizomas, contribuindo para o desenvolvimento das comunidades microbianas aeróbias. As comunidades microbianas aeróbias são as principais responsáveis pela decomposição dos componentes poluentes. As Fito-ETARs recebem, retêm e reciclam continuamente nutrientes de uma forma natural (Ré, 1996).

4.2 - Tipos de Sistemas

Os sistemas podem ser classificados pelo:

Tipo de escoamento : vertical ou horizontal; ascendente ou descendente; superficial ou subsuperficial.

Tipo de substratos: matriz de recepção líquida e não líquida; baseada ou não baseada em solo coeso (saibro, cascalho, gravilha)

Tipo de plantas utilizadas: plantas aquáticas flutuantes ou fixas; submersas ou emergentes

4.3 - Vegetação

As plantas desempenham um papel eficaz no tratamento de águas residuais, pelo facto destas disporem de uma capacidade de criar em torno das raízes e rizomas um meio rico em oxigénio, onde se geram condições de oxidação que estimulam a decomposição aeróbia da matéria orgânica e o crescimento das bactérias nitrificantes.

A vegetação (raízes e rizomas) garante uma superfície onde se desenvolvem biofilmes, que ajudam na filtração e adsorção dos constituintes existentes na água residual.

O sistema radicular das plantas, para além de formar uma espécie de *habitat* para as comunidades microbianas, tem por outro lado um papel drenante no substrato minorando os efeitos de colmatação.

Remoções atingidas por este sistema: CBO (50 % a 90 %); SST (60 % a 70 %); Azoto total (24 % a 95 %); Amónia (57 % a 94 %); Fósforo (0 % a 95%); Agentes patogénicos (> 82 %) (Hammer, 1989), (Qasim, 1999), (Ré, 1996), (Relvão, 1999).

5 - Conclusões

Os sistemas de tratamento de efluentes naturais têm as seguintes características: taxas de remoção de poluentes idênticos aos sistemas convencionais; baixos consumos energéticos; utiliza mão de obra não especializada; área de ocupação proporcional à população.

Estes sistemas são adequados para pequenos aglomerados populacionais, onde haja disponibilidade de terreno e pretenda-se um tratamento de águas residuais com baixos custos de investimento, manutenção e operação *per capita*.

Podem também ser utilizados como sistemas de afinação ou de reabilitação de sistemas de tratamento convencionais.

6 – Referências Bibliográficas

- Brito, C. (2000). *Tratamento de Efluentes de Pequenos Aglomerados Populacionais por Processos Naturais*. Projecto de Investigação Aplicada em Construção. Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Algarve.
- Campbell, C. S.; Ogden, M. H. (1999). *Constructed Wetlands in the Sustainable Landscape*. John Wiley & Sons, Inc.

- Davis, M. L.; Cornwell, D. A. (1998). *Introduction to Environmental Engineering*. Third Edition. McGraw-Hill.
- Hammer, D. A. (1989). *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. Municipal, Industrial and Agricultural*. Lewis Publishers.
- LNEC (1981). *Tratamento de Águas Residuais por Lagunagem*. Seminário 279.
- Qasim, S. R. (1999). *Wastewater Treatment Plants – Planning, Design and Operation*. Technomic Publishing Co., Inc.
- Ré, M. L. (1996). *As Macrófitas no Tratamento de Águas Residuais Domésticas*. Projecto NORSPA 90 – BISP/002/01.
- Relvão, A. M. (1999). *Sistemas de Tratamento de Efluentes em Aglomerados Urbanos por Leitos de Macrófitas Emergentes*. Comessão de Coordenação da Região Centro – Ministério do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território.
- Water Pollution Control Federation (1998). *Wastewater Reclamation And Reuse*. Volume 10.