

II JORNADAS TÉCNICAS DA APRH
ÁGUAS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO
EM ZONAS COSTEIRAS TURÍSTICAS
DEPURAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS E SEU DESTINO FINAL.
PARÂMETROS DE QUALIDADE

A UTILIZAÇÃO DOS DISCOS BIOLÓGICOS NO TRATAMENTO
DE ÁGUAS RESIDUAIS COMUNITÁRIAS

Manuel Fernando Marques Inácio

José Augusto Raimundo da Glória

Engenheiros Civis. Freq. Mestrado em Engenharia Sanitária

RESUMO

O tema tratado na presente comunicação aborda a problemática do tratamento das águas residuais dos pequenos e médios aglomerados populacionais e, particularmente, o seu tratamento utilizando discos biológicos. Faz-se uma análise sumária das suas vantagens e possibilidades de aplicação a nível do País.

1 - CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS

O tratamento das águas residuais comunitárias representa, nos dias de hoje, uma preocupação dominante, face à situação real do País e à necessidade premente de se garantir os padrões de qualidade de vida às populações, tendo em conta os aspectos relacionados com a saúde pública. O grau de tratamento a adoptar deverá ter em conta as características do meio receptor final, situação que exige particular cuidado quando as águas do meio receptor têm utilizações como: banhos, viveiros de bivalves, pesca, recreio, etc. No caso do lançamento ser feito em rios ou ribeiras, terão que ser também garantidos os valores dos parâmetros habitualmente considerados como "standard" a observar e que são o CBO_5 e os SS, ou sejam, a Carência Bioquímica de Oxigénio e os Sólidos em Suspensão, respectivamente, para além do controle de outros parâmetros, sobretudo quando estamos em presença de águas residuais industriais.

São conhecidos os problemas de poluição nalgumas zonas costeiras e o esforço que tem vindo a ser feito no sentido da sua resolução no entanto, não será de subestimar a necessidade de tratamento conveniente das águas residuais comunitárias em aglomerados populacionais em zonas do interior, particularmente no que concerne a soluções a adoptar em pequenos e médios aglomerados.

Constitui, pois, o tratamento de águas residuais para pequenos e médios aglomerados populacionais, o nosso principal objectivo, nesta primeira fase, apresentando, pela primeira vez, em Portugal, uma solução de tratamento por Biodiscos constituído por um sistema compacto "SANIDISC" de tecnologia totalmente nacional. A experiência de outros países tem levado

a utilização deste tipo de tratamento a grandes cidades, no entanto, a nossa intervenção dirige-se, por agora, preferencialmente a aglomerados populacionais com populações até 5.000 habitantes, aldeamentos turísticos, hotéis, parques de campismo, instalações militares e prisionais, hospitais, etc. A extensão deste processo de tratamento a situações com populações equivalentes superiores a 5.000, tem sido uma constante nalguns países, em que este processo de tratamento tem encontrado um desenvolvimento crescente, estando a ser estudada a aplicação da tecnologia adequada à realidade nacional. Nos últimos anos, tem havido estudos com bons resultados de aplicação deste processo de tratamento biológico a efluentes industriais, com particular relevo para os de indústrias agro-alimentares.

Apresenta-se, pois, seguidamente, o tratamento de águas residuais comunitárias pelo processo de Discos Biológicos, no sistema compacto "SANIDISC" como o mais atraente e indicado para as situações referidas, apresentando, por outro lado, um baixo custo de exploração e manutenção devido sobretudo à sua simplicidade.

2 - DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO

As primeiras referências sobre tratamento de águas residuais por Discos Biológicos, foram feitas por Doman, em 1927, ao publicar um trabalho relativo a operações e resultados duma experiência realizada em 1925. Mais tarde, cerca de trinta anos depois, este sistema de tratamento foi novamente abordado com interesse significativo na Alemanha, tendo, em 1960, Hartmann desenvolvido experiências demonstrando as suas

vantagens e resultados. Ao mesmo tempo, o Professor Popel, ainda na Alemanha, desenvolvia estudos que levaram à comercialização do sistema o qual se vem a estabelecer, definitivamente, na Europa depois de 1965.

Embora, efectivamente, só a partir da década de 1960, se possa considerar o desenvolvimento e aplicação prática das técnicas de depuração por Discos Biológicos, e, apesar também do primeiro trabalho sobre o assunto ter sido publicado em 1925, o fenómeno em si era já conhecido desde o século passado. Efectivamente, nos finais do século, Weigand, constatou que os microorganismos que se desenvolviam nos cursos de água e nas rodas dos moinhos, possuíam uma importante capacidade para absorver as impurezas que se encontravam na água, ou seja, detinham um poder de auto-depuração. O fenómeno foi, na altura, interpretado como sendo o resultado da combinação do arejamento com a acção dos microorganismos. A ideia não pode, na altura, ser suficientemente explorada, fundamentalmente pelo facto de naquela época, não ser possível fabricar um suporte físico, móvel, que se apresentasse estável, inerte e de pouco peso e com possibilidade de rotação no meio líquido.

De 1925 a 1933, os estudos de Weigand foram retomados por outros técnicos e cientistas, resultando destas pesquisas um tambor em madeira, de 5 metros de diâmetro, revestido a réguas de madeira. Os resultados foram excelentes mas, após algum tempo de funcionamento, o interior deteriorou-se. A dificuldade de consubstanciar um meio físico de suporte e, por outro lado, o desenvolvimento que outros processos de tratamento vieram a ter na altura, como seja o caso das lamas activadas, levaram a que não tivessem tido sequência as investigações iniciais.

Nas últimas décadas, com o aparecimento dos plásticos, a questão

do suporte físico, problema grave dos tambores iniciais, foi ultrapassada, e substituída por discos de plástico, alinhados num veio horizontal, animado de movimento de rotação baixa, conseguindo-se materializar e desenvolver as ideias iniciais de Weigand.

Os investigadores, como Marki, Welch, Antoine, Eckenfelder, Edeline e outros, têm vindo a desenvolver e a descrever o uso crescente do sistema, nos E.U.A. e na Europa. Para além dos estudos de Percod e Nair, do Instituto de Tecnologia da Ásia (Bangkok), na Europa, será de destacar o particular interesse que investigadores do Water Research Centre, do Stevenage Laboratory, tem dedicado ao assunto e cujo trabalho tem contribuído para a divulgação dos Discos Biológicos por toda a Europa. Em Portugal, o sistema, apesar de divulgado, não foi praticamente aplicado, havendo apenas uma experiência de aplicação no tratamento de águas residuais comunitárias com bons resultados.

Não será certamente estranho a esta situação, o facto de só neste momento, ser possível dispor de tecnologia inteiramente nacional, apoiada no trabalho desenvolvido pelos técnicos de engenharia sanitária que constituem o corpo de colaboradores desta empresa.

3 - DESCRIÇÃO DO PROCESSO

Básicamente, as unidades designadas por Biodiscos ou Discos Biológicos, são tanques Imhoff com discos que mergulhando no efluente, até determinada profundidade e rodando a uma velocidade lenta, asseguram um tratamento biológico com rendimento elevado.

Na nomenclatura da especialidade, o sistema é muitas vezes designado por "Bio-Disc System", por "Rotating Biological Contactor" ou RBC e ainda por "Rotating Biological Disc Process" (RBD Process).

A unidade de Discos Biológicos, é um sistema de fluxo contínuo, constituído por um tanque de fundo cilíndrico sobre o qual roda um conjunto de discos com diâmetros geralmente situados entre os 2,5 e 3,5 m, espaçados de cerca de 1 a 2 cm, montados sobre um eixo horizontal e mergulhando no efluente até cerca de 40% do seu diâmetro e rodando a uma velocidade entre 1 a 2 r.p.m.

Os discos são fabricados em materiais muito leves, normalmente plásticos, tal como o PVC, polietileno ondulado, o polietileno expandido, poliuretano rígido, fibra de vidro, etc. A tendência actual é a procura de materiais cada vez mais leves, de forma a reduzir ao mínimo a energia necessária ao sistema.

O movimento de rotação aplicado ao veio, será extremamente baixo e transmitido através de um redutor e motor apropriados.

Na presente situação, o caudal das águas residuais a tratar, depois de passar pelas obras de entrada, passa à zona destinada à sedimentação primária, na qual são removidos os sólidos sedimentáveis e retidos os materiais flutuantes. Sobre o decantador primário, existe um compartimento onde estão instalados os discos submersos no efluente, até determinada profundidade, montados num veio, tal como anteriormente se referiu.

As águas residuais provenientes do sedimentador primário, passam graviticamente à zona onde estão instalados os discos rotativos (Biozona), verificando-se que, alguns dias após o início do funcionamento do sistema,

se forma uma película mucilagínosa, designada por biofilme. Esta película aderente aos discos, é constituída sobretudo por bactérias, à volta das quais se desenvolvem os processos de depuração do efluente.

A matéria orgânica presente nas águas residuais submetida a fenómenos de adsorção e absorção, acaba por ser oxidada, verificando-se a sua síntese pelos microorganismos presentes, os quais obtêm o seu oxigénio durante o período de tempo em que os discos, no seu movimento rotativo, se encontram em contacto com a atmosfera envolvente.

Desta forma, o biofilme aderente aos discos, vai aumentando a sua espessura, de forma a que as condições anaérobias criadas, levam ao desprendimento da biomassa, que será removida no decantador secundário. Com o objectivo de provocar uma diluição da matéria orgânica presente nas águas residuais que dão entrada na biozona, é assegurada uma recirculação do efluente à saída da zona do tratamento biológico, para o sedimentador primário.

As águas residuais provenientes do decantador secundário, são conduzidas ao meio receptor final, dada a eficiência do tratamento levar a que o efluente final apresente características tais como:

$\text{CBO}_5 = 20 \text{ mg/l}$

$\text{SS} = 30 \text{ mg/l}$

As lamas produzidas e sedimentadas no decantador secundário, são removidas por carga hidrostática para um pequeno poço de bombagem, sendo enviadas ao sedimentador primário onde se misturam com as lamas aí existentes, sofrendo uma digestão durante um determinado período. A retirada das lamas digeridas, efectua-se por meio de tubagem, que permite a sua remoção do fundo do sedimentador, o qual funciona como câmara de digestão. A produção de lamas

e função da carga aplicada, em termos de gr DBO_5/m^2 dia, podendo referir-se que, para cargas de 15/60 gr DBO_5/m^2 dia, a carga de lamas se situa entre 0,13 a 0,50 Kg DBO_5/Kg lamas/dia.

4 - CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO DO PROCESSO

O sistema de tratamento por Discos Biológicos, apresenta já há algum tempo, grande aceitação em diferentes países do mundo onde o avanço tecnológico se faz sentir e, em particular, na Europa. A sua aplicação progressiva, tem vindo a manifestar-se à medida que se foi estabelecendo legislação adequada em termos de saúde pública e qualidade de vida das populações, e também a partir do momento em que a crise energética tem vindo a fazer sentir os seus efeitos. A título de exemplo, e, tendo bem presente a experiência portuguesa, poderemos dizer que, para o caso de uma E.T.A.R. de lamas activadas por arejamento prolongado, em que o custo de energia é hoje um factor altamente marcante, para pequenos aglomerados populacionais, o consumo de energia dum unidade de tratamento por Discos Biológicos, é de cerca de 20%. Para o caso de instalações de maior porte, este valor situa-se à volta dos 10%.

Em Portugal, até à presente data, não tem havido um incremento deste tipo de solução de tratamento de águas residuais, por razões várias, conhecidas da maior parte dos técnicos da especialidade, estando-se, no entanto, numa fase em que um grupo de técnicos qualificados pretendem avançar com esta solução à semelhança de experiências existentes por toda a Europa.

Sob o ponto de vista de concepção, o sistema de tratamento é semelhante ao dos leitos percoladores ou leitos bacterianos, melhor dizendo,

apenas com a diferença que, nêstes últimos, é a água residual que passa sobre os microorganismos do biofilme, enquanto que, no caso dos Discos Biológicos, são as comunidades de microorganismos que passam através da água residual.

É um sistema que tem sido usado para a remoção da matéria orgânica carbonatada, quer para a remoção do azoto de um efluente primário ou secundário, ou com ambos os objectivos. Os sistemas de Discos Biológicos, são normalmente construídos de dois a seis módulos, sendo a remoção da matéria carbonatada efectuada nos primeiros módulos, enquanto que a nitrificação tem lugar nos últimos. A abordagem do estudo da estratificação horizontal dum sistema de Discos Biológicos, é semelhante à vertical dos leitos percoladores apresentando a modelação destes reactores biológicos, algumas dificuldades. O comportamento dos diferentes modelos na cinética de remoção do substrato, é um assunto actual e em permanente evolução, sendo tema de investigações em curso.

5 - O SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS POR DISCOS BIOLÓGICOS. O PRIMEIRO INVESTIMENTO E EXPLORAÇÃO

A característica fundamental do tratamento das águas residuais por Discos Biológicos, é o seu baixo consumo energético e a simplicidade de exploração, para além de garantir uma eficiência de tratamento semelhante ao dos processos convencionais com o mesmo grau. A tendência, nos últimos anos de procura de materiais cada vez mais leves, no fabrico dos discos, e o facto da perda de carga ser muito pequena, leva, entre outras razões, a que o consumo de energia seja extremamente baixo comparado com outros processos de tratamento. Se pensarmos num sistema

de tratamento por arejamento prolongado, bastante implantado no País, para pequenos e médios aglomerados, poderemos dizer que, em termos de consumo de energia, o sistema por Discos Biológicos necessita duma potência instalada em média 5 a 8 vezes menos, dependendo da dimensão da instalação. Comparativamente com sistemas de tratamento de "filme fixo", como seja o caso dos leitos percoladores, o sistema de Discos Biológicos, assegurando a mesma eficiência de tratamento, é muito menos afectado por variações bruscas das cargas orgânicas e hidráulicas afluentes. A razão de ser desta situação está na baixa relação F/m, mas também pelo facto do sistema hidraulicamente ser do tipo "plug flow", que leva à eliminação de curtos circuitos, tamponizando as variações bruscas de carga. No caso da comparação do sistema com outros sistemas de tratamento do tipo de "cultura suspensa", concretamente lamas activadas, as experiências conhecidas e a bibliografia disponível, apontam ainda para vantagens do sistema por Discos Biológicos. Não parecem ser significativas as opiniões discordantes, como seja o caso da expressa por Thomas e Kochsen, num trabalho publicado em 1974, e relativo ao tratamento de efluentes de destilarias. Neste caso concreto, e para este tipo de água residual, os autores concluem que os sistemas de lamas activadas são mais estáveis, quando sujeitos a variações de carga, referindo melhores rendimentos de remoções globais e melhor economia. Trata-se, no entanto, dum trabalho cujas conclusões são de respeitar mas que não correspondem às experiências e dados concretos existentes sobre a aplicação do sistema a águas residuais domésticas e a outros tipos de águas residuais industriais. Efectivamente, Antoine e Hynek, por exemplo, nos seus trabalhos, em que utilizaram como efluente não só águas residuais domésticas como industriais de vários tipos, concluem que os sistemas por Discos Biológicos são estáveis, mais versáteis e competitivos, quando comparados com os sistemas de lamas activadas.

A experiência e a bibliografia disponível, referem que, em termos de custos, os de primeiro investimento andam por cerca de 20 a 25% acima dos custos relativos aos sistemas tradicionais, enquanto que, em termos de custos de exploração, representam cerca de 20% dos custos relativos a outros sistemas de tratamento. Para o caso dos leitos percoladores, o valor será, em principio, diferente, sobretudo se não houver elevação a montante do sistema.

6 - DOMÍNIO DE APLICAÇÕES

Tal como se referiu, o sistema de tratamento designado por Biodiscos, constitui uma solução de tratamento de águas residuais domésticas-comunitárias, com custos de exploração e manutenção reduzidos, tendo, sobretudo, em atenção os custos actuais de energia e de mão-de-obra.

Para pequenos aglomerados populacionais, era usual, em muitas outras situações, adoptar a solução de fossas sépticas, as quais não correspondem às exigências actuais de qualidade dos efluentes finais. A presente solução constitui não só a solução correcta a adoptar como ainda uma alternativa válida aos processos de tratamento convencionais. Trata-se, pois, dum processo de tratamento recomendado para as seguintes situações:

- Pequenos e médios aglomerados rurais;
- Urbanizações localizadas em zonas onde se torna difícil sob os aspectos técnico e/ou económico a drenagem dos seus efluentes para as redes municipais de águas residuais;

- Estabelecimentos oficiais, tais como: hospitais, escolas, prisões, quartéis, etc.;
- Aldeamentos turísticos, parques de campismo, motéis, termas, marinas, hotéis, etc.;
- Como tratamento complementar, em estações de tratamento convencionais, cuja capacidade de depuração se encontra ultrapassada.

Qualquer outra situação não especificada anteriormente, poderá ser estudada convenientemente pelo grupo de colaboradores graduados em engenharia sanitária que constituem a equipe que tem vindo a trabalhar na investigação e aplicação do sistema à realidade nacional.

7 - OPERAÇÃO DO SISTEMA

O sistema funciona de forma a que toda a matéria orgânica biodegradável e sedimentável, existente nas águas residuais, constituirá o substrato que as diferentes comunidades de microorganismos, actuantes na biozona, vão oxidar e sintetizar. O oxigénio necessário aos fenómenos referidos, é obtido durante o período em que os discos se encontram fora do efluente e em contacto com a atmosfera envolvente. Os discos constituem o suporte onde adere a película mucilaginosa onde se encontram comunidades de microorganismos com especial relevo para as bactérias, e que são os responsáveis pelos fenómenos de depuração. O biofilme aderente aos discos, vai aumentando de espessura, no decurso dos fenómenos do ataque dos microorganismos ao substrato, desenvolvendo-se, então, fenómenos de anaérobiose na inter-fase disco-biofilme, que provocam o desprendimento de farrapos que vão sendo sedimentados. As lamas formadas e sujeitas a um tempo elevado de retenção, apresentam-se suficientemente mineralizadas, de forma a poderem ser retiradas em condições sanitárias adequadas, sendo comum o dimensionamento de forma a que a retirada seja efectuada de três a seis meses.

8 - GRAU DE TRATAMENTO

As várias experiências conduzidas em modelo reduzido e os casos práticos resultantes de situações reais, têm demonstrado que êstes sistemas asseguram ao efluente final da E.T.A.R. características que, em termos de SS e CBO_5 , se situam abaixo dos 30 mg/l e 20 mg/l, respectivamente. A qualidade do efluente, permite que o seu lançamento possa ser feito em pequenas linhas de água sem qualquer inconveniente significativo.

Experiências levadas a cabo pelo Water Research Centre, e referidas num trabalho publicado em 1982, demonstram que os valores dos parâmetros acima referidos e que constituem os valores definidos pelo British Standards Institution, 1982, foram observados em mais de 95% das amostras recolhidas.

9 - CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS E VANTAGENS DO SISTEMA

Descreveram-se já, nos pontos anteriores, as características fundamentais deste tipo de tratamento, os seus órgãos e princípios de funcionamento. Poderemos ainda acrescentar que este sistema de tratamento por Discos Biológicos, designados na literatura inglesa por "Rotating Biological Contactors" R.B.C., podem ser apresentados em tipo monobloco, para situações relativas a poucos habitantes, ou do tipo misto, considerando trabalhos de construção civil para o caso de aglomerados populacionais de maior dimensão. Os trabalhos de construção civil, dizem respeito, basicamente, à execução das obras de entrada, sedimentadores, instalação de tubagens e acessórios, etc. A zona correspondente ao tratamento biológico dispõe de uma cobertura em fibra de vidro provida de ventiladores e portas de acesso à biozona, possibilitando a manutenção do equipamento

electromecânico instalado. Como vantagens mais significativas, poderemos destacar:

- Investimento inicial com custos competitivos com outros sistemas de tratamento, que assegurem a mesma qualidade de efluente final;
- Manutenção reduzida, sendo, em grande parte das situações, apenas necessária uma verificação semanal e uma remoção mínima de lamas, de 3 em 3 meses, dependendo do número de habitantes servidos;
- Custos de energia reduzidos, face às potências instaladas. Face à experiência prática e aos custos de energia dos sistemas de tratamento convencionais, poderemos dizer que o seu valor representa cerca de 10% dos valores atribuídos a um sistema de lamas activadas em arejamento prolongado;
- Flexibilidade assegurada a sobrecargas bruscas, quer hidráulicas quer em termos de cargas orgânicas, superiores aos sistemas de tratamento convencionais;
- Inexistência de cheiros, moscas, ruídos, harmonizando-se ainda, de forma bastante aceitável, com o ambiente envolvente, sobretudo em zonas rurais e espaços verdes, dada a concepção do tipo de cobertura e a côr verde adoptada, tendo em vista, sobretudo, o enquadramento paisagístico.