

III - Novas Tecnologias para o Tratamento das Águas Residuais

Prof. Doutor João de Quinhones Levy

NOVAS TECNOLOGIAS PARA O TRATAMENTO DAS ÁGUAS RESIDUAIS

João de Quinhones Levy (*)

1 - INTRODUÇÃO

Nesta apresentação sintetizam-se as tecnologias de tratamento de águas residuais dando-se relevância aos novos processos e equipamentos.

Para o efeito, analisam-se os diferentes processos e órgãos de tratamento, indicando-se diversos equipamentos disponíveis no mercado, apontando-se soluções para recuperação do efluente final e para destino dos produtos de tratamento.

2 - TRATAMENTOS FÍSICOS E FÍSICO-QUÍMICOS

São muitos os tratamentos físicos e físico-químicos que hoje em dia se poderão adoptar para o tratamento das águas residuais.

A diversidade não significa, contudo, que eles são a panaceia dos tratamentos, de utilização recomendável em todos os casos.

A sua aplicação deve ser sempre antecedida de uma análise de soluções alternativas que pese custos de investimento e de exploração.

A experiência neste campo mostra que baixos custos de investimento repercutem-se geralmente em elevados custos de exploração e vice-versa. Desta forma, haverá que calcular, quer o custo global do investimento, actualizando os custos de exploração, quer avaliar o melhor momento para efectuar os dispêndios.

(*) Presidente do Conselho de Gerência da ECOSERVIÇOS, Lda.

Eng^o Civil Sanitarista, Professor no IST.

Sem se pretender ser exaustivo, indicam-se alguns dos tratamentos físicos e físico-químicos.

Remoção de sólidos grosseiros: Grades, crivos, tamisadores

Para a remoção de sólidos grosseiros, instalam-se grades no canal de entrada da ETAR. Estas grades distinguem-se entre si pelo sistema de limpeza, que poderá ser manual ou mecânico, e pelo espaçamento entre grades, que varia desde 10 a 0.5 cm.

A remoção de sólidos de menores dimensões é conseguida através de crivos e tamisadores. Nestes últimos, os espaçamentos irão até 0.3 mm.

Remoção de areias: Desarenadores

A remoção de areias do afluente é conseguida através de desarenadores. Estes, na sua forma mais simples, são constituídos por um canal com secção rectangular, trapezoidal ou parabólica, no qual se mantém uma velocidade constante de 0.3 m s^{-1} , para assegurar a sedimentação das areias e o arrastamento do material orgânico.

Para maiores caudais, substituem-se estes desarenadores por outros de secção circular ou rectangular em que os sólidos orgânicos são mantidos em suspensão através da injeção de ar, ou por rotação de pás mergulhadas no líquido. A remoção das areias é efectuada por meio de um sistema de air-lift ou através de grupos submersíveis.

Remoção de óleos e gorduras: Desoleadores, desengorduradores, flotadores físicos

Os sistemas mais simples baseiam-se em tanques de secção superficial rectangular no qual são instalados septos, por forma a que se verifique uma subida do líquido a partir do fundo e a reter os óleos e gorduras entre os septos.

Para maiores eficiências, introduz-se ar através de difusores instalados no fundo, que arrastam as gorduras para a superfície. Neste tipo de sistemas ter-se-à que ter uma

certa cautela no caudal, pressão e dimensão da bolha, pois poderá provocar a mistura em vez do arrastamento, o que dará origem a eficiências praticamente nulas.

Um processo mais eficiente é conseguido com flotadores. Nestes, o afluente antes de entrar no tanque de flotação é misturado com parte do efluente, que é recirculado à cabeça a uma pressão da ordem dos 5 Kgf cm⁻². Enquanto num desengordurador com insuflação de ar a partir do fundo se consegue uma eficiência em remoção da ordem dos 30%, nestes flotadores a remoção chega aos 50%.

Tratamentos primários: Decantadores primários e flotadores

Os tratamentos primários têm como objectivo reduzir as cargas do afluente em sólidos suspensos (SS), gorduras, carência bioquímica de oxigénio ao 5º dia (CBO₅) e carência química de oxigénio (CQO).

Vulgarmente são utilizados decantadores que, por sedimentação, conseguem eficiências da ordem dos 80%, 60%, 30% e 20% em redução de sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos, CBO₅/CQO, e gorduras. Estes decantadores poderão ser tradicionais, calculados para uma carga hidráulica de 1 m³ m⁻² h⁻¹, ou lamelares, sendo, neste sistema, calculados para 6 m³ m⁻² h⁻¹.

Para melhorar a eficiência de remoção ou reduzir a área superficial, poder-se-à aumentar a velocidade de sedimentação através da injeção de coagulantes e floculantes.

Em alternativa aos decantadores, é possível utilizar flotadores para também reduzir SS, CBO₅ e CQO. Neste caso, ao afluente são adicionados coagulantes e floculantes e é acoplado ao flotador, um floculador, geralmente do tipo tubular.

As eficiências conseguidas são elevadas, respectivamente, 90%, 80% e 60% para gorduras, sólidos suspensos e CBO₅/CQO.

Tratamentos biológicos: Lamas activadas, leitos percoladores, biodiscos, outros.

Após o pré-tratamento e o tratamento primário, as águas residuais poderão ser conduzidas ao tratamento biológico, se forem biodegradáveis e não incluírem quaisquer produtos tóxicos.

O efluente final, efluente do decantador secundário, poderá ser descarregado directamente no meio receptor, ou afinado num sistema terciário em função da sua qualidade, das exigências do meio receptor e da sua reutilização.

As lamas resultantes do tratamento biológico são conduzidas a partir dos decantadores, primário e secundário (ou do flotador), para a linha de tratamento das lamas.

Afinação

A afinação do efluente secundário terá em conta a qualidade do meio receptor e dos usos pretendidos para o efluente.

Redução de nitratos e de fósforo, correcção do pH, desinfecção e regularização são alguns dos processos que actualmente têm sido adoptados por razões devidas ao meio receptor.

Quando da reutilização do efluente é ainda efectuada a filtração. Em termos de lamas é de destacar este processo pois que a lavagem dos filtros é responsável por descargas muito carregadas.

Estas descargas não podem ser lançadas numa linha de água, devendo ser conduzidas ao início do tratamento.

3 - TRATAMENTO DE LAMAS

As lamas produzidas nos tratamentos primários e nos biológicos poderão, ou não, ser sujeitas a tratamento posterior face às suas características e ao seu destino final.

No flotador e no decantador primário produzem-se lamas que não estão estabilizadas se resultarem de águas residuais biodegradáveis e, estabilizadas, caso contrário.

No decantador secundário, num sistema de lamas activadas em arejamento prolongado, as lamas estão estabilizadas pelo que não necessitam de tratamento posterior. Pelo contrário, em lamas activadas de alta e média carga e nos sistemas de biomassa fixa (percoladores e discos biológicos), as lamas terão de ser estabilizadas.

A estabilização de lamas poderá ser realizada por via química ou por via biológica.

A via química consiste normalmente na adição de cal numa razão de 1/3 de cal por Kg de lamas secas. É um processo que se traduz por um baixo custo de primeiro estabelecimento e elevado custo de exploração, quer ao nível da cal, quer ao nível do transporte e do destino final. Salienta-se que há um acréscimo de um 1/3 do peso de lamas.

A estabilização biológica é realizada por digestão, que poderá ser aeróbia ou anaeróbia. A primeira envolve um menor custo de construção, mas um maior custo de exploração decorrente do sistema de arejamento. A escolha entre um e outro sistema deverá ser ponderada em termos económicos e, também, em termos de eficácia e de flexibilidade. A estabilização aeróbia é, neste ponto, superior. Na anaeróbia, para grandes caudais, mais de 50 000 hab.eq., poderá ser interessante a recuperação do biogás.

4 - DESIDRATAÇÃO E COMPACTAÇÃO

Conforme capítulos anteriores verifica-se que num sistema de tratamento de águas residuais produzem-se sólidos nos seguintes pontos:

- Desarenadores: areias

Caso se trate de desarenadores de canal, sem qualquer arejamento, caso de pequenos caudais, as areias são retiradas manualmente e depositadas num contentor.

Para maiores caudais, as areias são removidas por bombagem ou por air-lift. Para redução da quantidade de água e lavagem das areias, estas poderão ser conduzidas a um parafuso que eleva as areias a um contentor, permitindo a sua lavagem e desidratação parcial.

- Grades/Crivos/Tamisadores: Gradados

Em função do espaçamento (ou dos orifícios) produzem-se mais ou menos gradados. Quanto menor ele for, maior a quantidade de sólidos retidos. Para a fase líquida há todo o interesse em reter a maior quantidade possível. Todavia, quanto maior a quantidade, tanto maior o número de contentores de gradados que deverão ser conduzidos a destino final.

Espaçamentos inferiores a 1 cm deverão ser baseados em equipamentos que envolvam limpeza mecânica, telas transportadoras e compactadores de gradados.

A compactação é usualmente feita através de um sem-fim, ou parafuso, que vai apertando a passo gradualmente. A extremidade está localizada a 1.5 m de altura por forma a que os gradados sejam lançados directamente num contentor.

- Desoleadores: Óleos

Os óleos separados terão de ser removidos do processo. Face às suas quantidades e características poderão ser queimados ou conduzidos a destino final.

- Desengorduradores: Gorduras

As gorduras deverão ser removidas. Nalgumas situações são reutilizadas, ou no próprio processo industrial, ou num processo derivado.

- Flotadores, Decantadores, Digestores: Lamas

Para redução do seu volume, as lamas são, regra geral, desidratadas, antes de

conduzidas a destino final.

Os sistemas de desidratação mais comuns são os seguintes:

- Leitos de secagem;
- Sacos filtrantes;
- Filtro banda;
- Filtro prensa;
- Centrífuga.

Os leitos de secagem são utilizados quando há área disponível e o volume de lamas é reduzido. Para 30 dias de secagem e 35 cm de lamas sobre os leitos, são necessários 85 m² por m³ de lamas diárias. Este processo de secagem envolve elevada mão de obra para a remoção das lamas secas.

Os sacos filtrantes são unidades que necessitam de mão de obra reduzida. O seu custo de instalação é baixo, cerca de 2 000 contos por unidade de 6 sacos. Têm utilização preferencial para 10 m³ d⁻¹ (uma unidade de 6 sacos) e no máximo de 20 m³ d⁻¹ (duas unidades de 6 sacos).

Os filtros banda é um equipamento de desidratação para caudais de lamas superiores a 20 m³ d⁻¹, por questões económicas. Relativamente aos equipamentos seguintes, apresenta um custo mais baixo, tal como uma eficiência, porque não ultrapassa os 25% de sólidos. Faz-se notar que estes filtros necessitam de mão de obra para a exploração, consomem água para lavagem das telas (6 a 10 m³ h⁻¹ por metro de rolo) e periodicamente necessitam da substituição da tela.

Os filtros prensa apresentam uma eficiência superior, cerca de 25% a 30% de sólidos. O seu custo é mais elevado e, como os anteriores, necessitam de água e substituição periódica de telas.

A centrífuga é o equipamento mais oneroso mas em contrapartida não exige mão de obra, é de funcionamento automático e não necessita de água, nem de telas. Consegue um bolo com 25 a 30% de sólidos.

Todos estes sistemas de desidratação, com excepção dos leitos de secagem, recorrem a polielectrólitos para conseguir os graus de secagem indicados.

5 - DESTINO FINAL DOS RESÍDUOS DAS ETAR

A condução dos resíduos e no caso em estudo, das lamas resultantes do tratamento das águas residuais pode, nalgumas situações, não ter outra solução que não seja as de as conservar armazenadas até que existam as necessárias instalações de tratamento de resíduos industriais.

Dado esta situação, todos os sistemas de tratamento deverão preconizar soluções que envolvam a redução do volume das descargas e a reutilização dos produtos finais.

Soluções que passem pelo pagamento a empresas para removerem as lamas e as depositarem num destino desconhecido são de evitar, pois a legislação em vigor responsabiliza tanto a empresa, como o produtor dos resíduos.

Analisando cada um dos pontos onde se verificam as descargas poderão apontar-se as seguintes soluções:

Gradados - Contentorização com compactação prévia e encaminhamento a aterro.

Areias - Desidratação seguida de contentorização e encaminhamento a aterro.

Gorduras - Encaminhamento a aterro ou reutilização nas indústrias de produção de alimentos animais ou de adubos.

Óleos - Utilização na queima.

Lamas biológicas - Utilização como adubo, podendo, ou não, necessitar de correcção química.

Lamas químicas - Se não tiverem na sua composição produtos tóxicos ou perigosos

poderão ser conduzidas a aterro. Caso contrário terão que ser armazenadas pelo industrial até à construção da central de incineração ou dos aterros industriais.

Lamas terciárias - Recirculação à cabeça da estação.

6 - A REUTILIZAÇÃO DO ESGOTO COMO FONTE DE ABASTECIMENTO

A redução dos volumes de água disponíveis nos aquíferos e a má qualidade das suas águas, assim como das águas superficiais, tem levado ao fecho de inúmeras captações que até aos dias de hoje foram fonte de abastecimento das populações.

O fornecimento de água em condições, quer em quantidade, quer em qualidade, leva a que sejam procuradas captações cada vez mais distantes das redes de distribuição que servem, com custos adicionais evidentes, tal como tem inviabilizado a instalação de unidades industriais, empreendimentos turísticos, etc...

A ECOSERVIÇOS tem desde há largos anos defendido a reutilização das águas residuais tratadas, como fonte de fornecimento de água de qualidade secundária.

Considerando que no dimensionamento de uma rede de distribuição de água se tomam capitações de 300 a 400 l hab⁻¹ d⁻¹ e que deste valor, só 1/3 corresponde a um consumo, enquanto o restante se destina a serviços como lavagens de ruas, regas, usos comerciais que não de consumo, instalações sanitárias, fácil é concluir que não só se desperdiça água de boa qualidade, como até se está a tratar desnecessariamente a água.

Os técnicos da ECOSERVIÇOS acreditam vivamente que o futuro se baseará em duas redes de distribuição, uma para usos primários (ou de qualidade elevada) e outra para usos de qualidade secundária. Todas as redes de distribuição passarão a ser duplicadas, tal como as redes prediais que serão dotadas de um sistema para consumo e outro para os autoclismos, fluxómetros, lavagens de pavimento.

Enquanto tal princípio não se torna obrigatório, a ECOSERVIÇOS tem procurado defender, a necessidade de reutilizar as águas residuais tratadas.

Em conformidade, nos projectos das estações de tratamento de águas residuais que tem desenvolvido, assim como nas estações que tem construído ou explorado, tem dado corpo ao princípio da reutilização.

São, seguidamente, apresentados três exemplos de reutilização, todos eles em funcionamento e que poderão ser visitados em qualquer momento por forma a avaliar dos seus benefícios e vantagens.

Como nota introdutória refere-se que em todos os sistemas de reutilização têm que ser tomados em conta, os custos de construção e exploração, assim como os procedimentos necessários à sua operação.

Sistemas muito sofisticados e onerosos não são indicados, já que o seu utilizador ainda não está habituado a pagar pelos esgotos e a falta de pessoal qualificado, e de consumíveis e peças de substituição levará ao abandono da estação.

Os sistemas de tratamento a instalar para reutilização das águas residuais devem ter em conta aqueles princípios e serem projectados em função da qualidade da água a obter.

Os exemplos que se apresentam dão nota do que atrás foi referido pois que, embora diferentes, todos eles conduzem a um mesmo fim, à reutilização das águas residuais tratadas.

Como primeiro exemplo refere-se a ETAR de Ferreiras, no Concelho de Albufeira. Trata-se de uma ETAR de lamas activadas em arejamento prolongado, seguida de uma lagoa de manutenção com 15 dias de retenção.

O concelho de Albufeira tem no Verão uma significativa carência de água devido à elevada população flutuante, que é 5 a 6 vezes superior à população residente. A necessidade de fornecer água para consumo leva a que deixem de ser regadas as zonas verdes. Para obviar a tal facto, e após o controlo da qualidade da água da lagoa de maturação o município passou a recorrer ao efluente terciário para rega dos

espaços verdes. Os autotanques vão abastecer-se a uma caixa final e depois, por meio de mangueiras, procedem à rega dos jardins.

A ECOSERVIÇOS apoia a C. M. Albufeira nesta tarefa controlando o funcionamento da ETAR e efectuando as análises laboratoriais necessárias.

Tal procedimento passou a permitir regar durante o Verão sem com isso prejudicar a população.

Um segundo exemplo respeita o campo de Golfe dos Salgados, trata-se de um campo de Golfe situado no concelho de Silves, junto aos limites do concelho de Albufeira, com 18 buracos e que consome cerca de $2500 \text{ a } 3000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$.

Para além deste consumo verifica-se, ainda, a necessidade de manter um caudal mínimo nas linhas de água que o rodeiam, de modo a manter condições ambientais para a flora e fauna.

A má qualidade dos aquíferos e das linhas de água levou a que fossem procuradas outras soluções pelo que a ECOSERVIÇOS desenvolveu um projecto de execução para um sistema de reutilização de águas residuais.

Como “matéria prima” recorreu à ETAR de Armação de Pêra constituída por uma linha de percoladores e uma de lamas activadas. Atendendo a que a reutilização do efluente secundário só é possível se ele for de boa qualidade, a ECOSERVIÇOS passou a controlar o funcionamento desta ETAR. O sistema de reutilização teve em conta que a rega do campo dos Salgados se efectua a partir de uma lagoa que é antecedida de outras duas. Estas lagoas, por vezes estão eutrofisadas devido ao excesso de adubos.

O tratamento preconizado consiste num poço de bombagem junto à decantação secundária que eleva as águas para o sistema terciário. Este, é constituído por filtros de areia seguidos de uma injeção de cloro gás e de uma lagoa para homogeneização e correcção eventual da água. A partir desta lagoa é feita a bombagem às lagoas de rega. Este sistema assegura um volume diário de $3000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$, e a redução da

eutrofização das lagoas de rega, por doseamento de cloro e renovação das águas.

Este sistema está em vigor há três anos tendo viabilizado o funcionamento do Campo durante o Estio sem quaisquer limitações.

Finalmente o terceiro exemplo respeita o empreendimento da Penha Longa. Neste caso, a situação inicial era diferente já que os esgotos do empreendimento eram conduzidos para a rede municipal e que a água é proveniente de furos, da Serra de Sintra e da rede municipal.

Apesar de múltiplas origens de água, o elevado custo da água da rede e as carências já verificadas no Verão levaram a procurar fontes alternativas.

A AOKI, gestora de empreendimento, recorreu à ECOSERVIÇOS para desenvolver os estudos necessários.

No caso deste empreendimento, a AOKI pôs todavia a necessidade de regar imediatamente a jusante de qualquer tratamento, sem recurso a lagoas para controlo dos níveis de cloro. O sistema projectado pela ECOSERVIÇOS e construído por firmas do grupo, baseou-se num sistema de lamas activadas em arejamento prolongado seguido de um terciário constituído por tamisagem, filtros mecânicos, filtros de areia e desinfecção por ultra-violetas.

Este sistema arrancou no presente mês pelo que também este pode ser visitado para ajuizar das vantagens da reutilização e da exequibilidade das soluções preconizadas pela ECOSERVIÇOS.

7 - CASOS DE APLICAÇÃO

Seguem-se três exemplos de aplicação de tratamentos físicos e físico-químicos em águas residuais nas quais a ECOSERVIÇOS está envolvida, ou ao nível da concepção, ou da construção, ou da exploração.

Exemplo 1 - ETAR de Armação de Pêra (em funcionamento)

Tratamentos preliminares: Grades mecânicas e desarenadores circulares.

Tratamento primário: Decantador na linha de leitos percoladores.

Tratamento bioquímico: Duas linhas em paralelo, uma de lamas activadas e outra de leitos percoladores.

Tratamento de lamas: Leitos de secagem.

Tratamento terciário: Filtração em filtros de areia em pressão, cloragem com cloro gás e lagoa de homogeneização (recuperam-se 3 000 m³ d⁻¹ para rega).

Destino dos sólidos: Areias e gradados são conduzidas a aterro; as lamas são utilizadas na agricultura.

Efluente final: Parcialmente recuperado; linha de água.

Exemplo 2 - ETAR's AVICASAL (em funcionamento)

Tratamentos preliminares: Grades vibratórias e homogeneização.

Tratamento primário: Floculação e flotação com adição de coagulantes e floculantes.

Tratamento biológico: Arejamento prolongado.

Tratamento de lamas: Espessador estático seguido de filtro banda.

Efluente final: Linha de água.

Exemplo 3 - EPTARI da COLGATE (em funcionamento)

Tratamento preliminar: Crivo e homogeneização.

Tratamento físico e químico: Tanques de mistura de coagulantes e floculantes, correcções de pH, sedimentação em batch; filtração do efluente e acerto do pH.

Tratamento de lamas: Espessador estático seguido de centrífuga.

Efluente final: A descarregar em colector municipal.