

**ECOATLÂNTICO – ENGENHARIA ECOLÓGICA, LDA.**

**II ENCONTRO TÉCNICO**

**FUNCHAL**

**6 DE JUNHO DE 2000**

**Controlo de Odores em Sistemas de Saneamento Básico**

**Tecnologias e Exemplos de Aplicação**

Eng<sup>o</sup> Mário Manteigas

Eng<sup>o</sup> José Santiago

# **CONTROLO DE ODORES EM SISTEMAS DE SANEAMENTO BÁSICO**

## **TECNOLOGIAS E EXEMPLOS DE APLICAÇÃO**

Mário Manteigas (\*)

José Santiago (\*\*)

### **RESUMO:**

A emissão de odores desagradáveis a partir de sistemas de saneamento básico, tais como Estações Elevatórias, Estações de Tratamento de Águas Residuais e de Resíduos Sólidos como a Compostagem, constitui uma questão cada vez mais relevante, devido à frequente necessidade de implantar aquelas instalações junto a aglomerados populacionais ou próximo deles.

É necessário, por isso, ao nível do projecto preconizar as disposições necessárias para minimizar as emissões de odores desagradáveis, prevendo o tratamento do ar contaminado e ao nível da operação efectuar o controlo adequado das principais fontes de emissão.

Desta forma, no presente artigo abordam-se os compostos químicos responsáveis pela geração de odores, as principais fontes emissoras nas instalações de bombagem e tratamento, a forma de controlo da formação de odores nessas fontes e as tecnologias usuais para tratamento do ar contaminado, nomeadamente os sistemas de adsorção química, lavagem química, Biofiltros e aspersão.

Para ilustrar os sistemas acima indicados, descrevem-se as soluções de desodorização em funcionamento em três ETAR e numa central de tratamento de resíduos sólidos.

(\*) Eng<sup>o</sup> do Ambiente (Ramo Sanitária), UNL/FCT

Quadro da ECOSERVIÇOS

(\*\*) Eng<sup>o</sup> do Ambiente (Ramo Sanitária), UNL/FCT

Responsável pelo Sector de Tratamento e Exploração da ECOSERVIÇOS

# **CONTROLO DE ODORES EM SISTEMAS DE SANEAMENTO BÁSICO**

## **TECNOLOGIAS E EXEMPLOS DE APLICAÇÃO**

### **1 - INTRODUÇÃO**

Os odores associados às Estações Elevatórias (EE) e às Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), e de Resíduos Sólidos (ETRS), constituem uma preocupação crescente para os técnicos e para os responsáveis ligados ao tratamento de águas residuais e de resíduos sólidos.

Devido ao crescente desenvolvimento urbano é actualmente difícil afastar as EE e as estações de tratamento dos aglomerados populacionais. Mesmo algumas instalações existentes, que outrora se encontravam afastadas de zonas habitacionais, estão hoje rodeadas pela presença humana.

Os odores gerados, quando em concentrações não muito elevadas, produzem no Homem efeitos essencialmente a nível psicológico, podendo causar perda de apetite, náuseas e vômitos, dificuldades respiratórias e insónias.

Deste modo, a presença de uma instalação geradora de odores pode conduzir à diminuição do interesse económico da zona afectada e levar mesmo a distúrbios sociais nessa zona.

Por tudo isto, o controlo das emissões de odores e o tratamento do ar contaminado passou a ter uma grande importância na concepção e na manutenção das estações de bombagem e de tratamento de águas residuais e de resíduos sólidos, pelo que os técnicos ligados ao projecto e à operação deste tipo de instalações deverão ter presente as tecnologias de tratamento e as técnicas de controlo das emissões de odores.

### **2 – COMPOSTOS QUÍMICOS CAUSADORES DE ODORES**

Os odores em instalações de tratamento de resíduos sólidos e de águas residuais são

normalmente devidos a diversos compostos orgânicos ou inorgânicos presentes e libertados na forma de gases.

Esses compostos podem ser desde logo constituintes das águas residuais, no caso de alguns efluentes industriais, ou serão produtos dos processos de decomposição bacteriana da matéria orgânica ocorridos nas ETAR, nas ETRS ou mesmo ainda nas redes de colectores.

De seguida indicam-se os principais compostos responsáveis pelos odores:

a) **Gás sulfídrico**

O gás sulfídrico ( $H_2S$ ) é produzido por microrganismos anaeróbios e resulta da transformação de sulfatos e de outros compostos de enxofre presentes nas águas residuais. As condições para a formação de  $H_2S$  são: baixa concentração em oxigénio dissolvido, temperaturas altas e pH compreendido entre 1 e 6.

Possui cheiro semelhante a ovos podres e é detectado a concentrações a partir das 4.5 ppb, sendo letal em concentrações superiores a 300 ppm [1].

b) **Amoníaco**

O amoníaco nas águas residuais provém da descarga de efluentes industriais com alta concentração de proteínas e da degradação de compostos azotados por microrganismos anaeróbios.

Possui cheiro característico detectável quando a concentração excede as 40 ppm [1].

c) **Compostos orgânicos**

Alguns dos sub-produtos orgânicos da decomposição da matéria constituem compostos responsáveis por odores, quer das águas residuais, quer da fracção orgânica dos resíduos sólidos.

Como exemplos desses sub-produtos podem-se indicar as aminas, responsáveis pelo cheiro a peixe, os compostos orgânicos de enxofre (mercaptanos), os compostos sulfídricos orgânicos, os ácidos orgânicos, as cetonas, os ésters e os aldeídos.

### **3 – FONTES DE EMISSÃO DE ODORES – ESTRATÉGIAS DE CONTROLO A NÍVEL OPERATIVO**

A formação de compostos responsáveis por odores depende da carga orgânica, da concentração em oxigénio dissolvido, da temperatura, do pH e do tempo de retenção hidráulico do líquido.

A libertação para a atmosfera daqueles compostos depende da sua concentração, da área superficial exposta à atmosfera e do grau de turbulência do líquido.

As principais fontes emissoras de odores de águas residuais são: as redes de colectores, os órgãos de pré-tratamento, os decantadores primários, as lagoas anaeróbias e os espessadores, digestores e sistemas de desidratação de lamas. Ao nível dos resíduos sólidos salientam-se: os ecopontos, os ecocentros, as estações de triagem, as estações de transferência, as estações de compactação e enfardamento, os parques de compostagem e maturação do composto, as centrais de valorização da fracção orgânica por digestão anaeróbia.

Nas instalações onde não existe tratamento de odores, a intervenção ao nível da forma de operação das fontes de emissão é por vezes a única estratégia possível.

De seguida analisam-se mais pormenorizadamente as origens da ocorrência de odores nas principais fontes, indicando-se medidas de controlo de emissões.

#### **a) Redes de drenagem de águas residuais**

A ocorrência de maus cheiros nas redes de colectores de águas residuais deve-se fundamentalmente a dois factores: descarga de efluentes com compostos geradores de odores e degradação anaeróbia da matéria orgânica no interior dos colectores [2].

O controlo da emissão de odores nas redes de colectores é fundamental, uma vez que esses odores geralmente acabam por ser libertados à entrada das instalações de bombagem ou de tratamento de águas residuais.

O controlo das emissões passa por duas estratégias:

- Regular a descarga de efluentes na rede, impondo parâmetros de qualidade e, se necessário, obrigando ao pré-tratamento desses efluentes;
- Dimensionar correctamente os colectores, por forma a minimizar o tempo de retenção das águas residuais e evitar a existência de pontos de acumulação de sólidos. Em redes existentes é necessário proceder por vezes à limpeza e ao arrastamento de sólidos depositados e em certos casos, especialmente nas redes de grande extensão, à introdução de oxigénio nos colectores e nas condutas elevatórias.

#### **b) Órgãos de pré-tratamento**

Os órgãos de pré-tratamento em ETAR (grades, tamisadores, desarenadores, desengorduradores) são pontos onde a ocorrência de maus cheiros é bastante vulgar.

Por um lado, a zona de pré-tratamento constitui a entrada das águas residuais não tratadas, conduzidas, por vezes, por redes de colectores de grande extensão.

Por outro lado, naqueles órgãos são retidos e acumulados materiais tais como os sólidos grosseiros retidos nas grades, as matérias orgânicas arrastadas com as areias depositadas nos desarenadores e as gorduras retidas nos desengorduradores.

A acumulação dos resíduos orgânicos nos canais, nas grades e nos sistemas de transporte deverá ser evitada através da limpeza regular e cuidada daqueles órgãos e equipamentos, da zona envolvente e do envio regular dos resíduos para o destino final adequado.

### c) **Decantadores primários**

A libertação de maus cheiros em decantadores primários é por vezes o maior problema existente na operação de uma ETAR.

Com efeito, o facto das ETAR serem dimensionadas para o horizonte de projecto, implica que os decantadores primários nos primeiros anos de funcionamento possuam, em certos períodos, tempos de retenção hidráulica elevados, superiores aos recomendados.

A acumulação de lamas no fundo dos decantadores primários favorece a decomposição anaeróbia, da qual resulta a libertação de odores. Este facto é facilmente verificado através da subida de bolhas de gás e de flocos de lamas à superfície do decantador. As lamas acumuladas deverão ser regularmente extraídas, por forma a que o tempo de residência no fundo dos decantadores seja inferior a 1 hora [3].

### d) **Lagoas anaeróbias**

As lagoas anaeróbias, inseridas no processo de tratamento das águas residuais por lagunagem, foram abundantemente adoptadas em Portugal uma vez que não necessitam de qualquer tipo de equipamento electromecânico e a sua operação é bastante simples.

No entanto, um dos maiores problemas deste tipo de lagoas é precisamente a libertação de odores desagradáveis, devido às elevadas cargas orgânicas volúmicas e à acumulação de lamas no fundo.

O controlo de odores é bastante difícil nas lagoas anaeróbias, passando pela remoção periódica das lamas depositadas no fundo ou pela adição de produtos químicos.

Em muitos casos tem-se optado por transformar as lagoas anaeróbias em lagoas arejadas.

## **e) Tratamento de lamas**

### **e.1) Espessamento de lamas**

A acumulação de lamas no fundo dos espessadores origina condições de anaerobiose e conseqüente decomposição de lamas com formação de compostos responsáveis pela libertação de odores.

Quando a ETAR se situa em zonas mais sensíveis, é prática habitual optar-se por cobrir o órgão, recolher o ar e posteriormente proceder ao seu tratamento.

No entanto poder-se-á contornar o problema ao se minimizar o tempo de retenção das lamas no espessador (< 1 dia), adicionando posteriormente um polímero às lamas para aumentar a concentração em sólidos antes da estabilização ou da desidratação.

### **e.2) Estabilização de lamas**

#### **e.2.1) Digestão anaeróbia**

Na digestão anaeróbia (digestores fechados), a ocorrência de odores está relacionada com a produção de  $H_2S$ , formado no interior do digestor através da redução de sulfatos pelas bactérias anaeróbias [2].

Uma vez que os digestores anaeróbios são fechados e o gás, essencialmente metano, produzido é normalmente recolhido e tratado, o risco de emissão de odores do digestor directamente para o exterior da instalação é pequeno.



### e.2.1) Digestão aeróbia

Os digestores aeróbios apresentam problemas com a emissão de odores se as condições de oxidação não forem as adequadas, ou seja, se o oxigénio no meio for insuficiente ou a carga orgânica for demasiado elevada.

Deste modo, nos digestores em que a introdução de oxigénio é artificial, o controlo das emissões de oxigénio é bastante mais fácil e de mais rápida resposta.

Por outro lado, a concentração de sólidos no digestor deve ser mantida abaixo de 3%, uma vez que concentrações acima desse valor não permitem a dissolução do oxigénio no meio [4].

### e.2.3) Estabilização química

A estabilização química das lamas é efectuada normalmente com cal.

Ao elevar o pH das lamas, com a adição de cal, eliminam-se os microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica e, conseqüentemente, também os responsáveis pela produção de  $H_2S$ .

No entanto, durante a fase inicial de adição de cal pode-se formar amoníaco através da conversão de compostos de amónia presentes especialmente em lamas digeridas anaerobicamente [5].

### e.3) Desidratação de lamas

Na maior parte das ETAR, as lamas a desidratar possuem ainda odores desagradáveis.

Nos processos de desidratação mecânica essas lamas estão sujeitas a grande turbulência e, em alguns dos métodos utilizados, ao contacto prolongado com a atmosfera.

Da comparação de sistemas de desidratação mecânica tais como centrífugas, filtros banda e filtros prensa, resulta que o melhor sistema em termos de controlo da emissão de odores é o sistema por centrífuga. Com efeito, o facto da zona de desidratação das centrífugas ser totalmente fechada diminui o contacto entre as lamas e a atmosfera e facilita a recolha e o possível encaminhamento para tratamento do ar contaminado.

Do ponto de vista da emissão de odores, os leitos de secagem de lamas são a pior solução para a desidratação de lamas. Se as lamas estiverem mal digeridas libertarão maus cheiros ao longo de todo o período de secagem nos leitos. Uma forma de tentar controlar a emissão de odores, neste caso, é a adição de solução de cal apagada no momento em que as lamas estejam a ser descarregadas nos leitos.

#### **f) Resíduos Sólidos**

A emissão de odores mais acentuados faz-se sentir nas instalações que processam resíduos onde exista uma fracção orgânica, tais como: estações de compactação e enfardamento, estações de transferência, ecocentros, estações de triagem, parques de compostagem e maturação, centrais de valorização da fracção orgânica por digestão anaeróbia.

## **4 – TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO DE ODORES**

No caso de instalações situadas em zonas mais sensíveis, nomeadamente junto a aglomerados populacionais, o tratamento do ar contaminado torna-se indispensável.

A cobertura de órgãos ou de zonas susceptíveis de emissão de odores desagradáveis

é prática comum nas instalações de bombagem e tratamento de águas residuais de média e/ou grande dimensão e que se encontrem junto a aglomerados populacionais, a zonas industriais ou a zonas turísticas.

Normalmente, naquelas situações, os órgãos de pré-tratamento (grades, tamisadores, desarenadores, desengorduradores) e os equipamentos de desidratação de lamas são instalados em edifícios próprios, fechados e devidamente ventilados.

Também é usual construir edifícios próprios para os decantadores primários. No entanto, os decantadores, assim como os espessadores, são frequentemente cobertos individualmente.

Ao nível dos resíduos sólidos, também, é prática comum colectar e tratar o ar viciado nos edifícios que albergam os respectivos processamentos geradores de odores.

Os diversos sistemas de tratamento de odores têm em comum a necessidade de todos eles necessitarem, a montante, de um sistema de recolha e de transporte do ar contaminado dos edifícios ou do interior dos próprios órgãos.

O caudal de ar a aspirar é função do número de renovações do ar de cada edifício ou de cada órgão. Esse número depende do tipo de equipamentos existentes no edifício, da presença constante ou não de pessoas no edifício ou, no caso de órgãos cobertos ou de poços de bombagem, da frequência de visitas ao seu interior.

No Quadro I indicam-se alguns exemplos de taxas de renovação habitualmente aplicadas.

<b>EDÍFÍCIOS/ÓRGÃOS</b>	<b>Nº DE RENOVAÇÕES/HORA</b>
-------------------------	------------------------------

Poços de Bombagem	2 – 3
Edifícios de Estações Elevatórias	8 – 10
Edifícios de Pré-tratamento	8 – 10
Decantadores Primários Cobertos	5 – 7
Espessadores de Lamas	5 – 7
Digestores	5 – 7
Edifícios de Desidratação	5 – 7
Instalações de Resíduos Sólidos	5 – 10

Quadro I – Taxas de renovação de ar de edifícios e de órgãos de tratamento

A recolha do ar contaminado é efectuada através de tubagens, normalmente de PVC, PEAD ou de PRV, nas quais são instaladas grelhas de ventilação. Sobre os equipamentos podem ser instaladas chaminés de ventilação (exaustores).

A aspiração do ar é efectuada por ventiladores centrífugos, que criam uma depressão nas zonas de aspiração [5].

Para que o ar contaminado seja aspirado é necessário introduzir nos edifícios um caudal equivalente de ar fresco. A introdução de ar pode ser realizada artificialmente através de ventiladores helicoidais, ou naturalmente instalando-se grelhas de ventilação nos vãos dos edifícios que permitam a entrada de ar exterior.

Existem numerosas tecnologias de desodorização de ar contaminado, no entanto, as mais utilizadas tanto em Portugal mas mais noutros países são:

- Sistemas de adsorção;
- Sistemas de lavagem química;
- Sistemas de biofiltro;
- Sistemas de aspersão.

a) **Sistemas de adsorção**

Consiste em fazer passar o ar por um meio adsorvente no qual os compostos responsáveis pelos odores aderem.

O meio adsorvente habitualmente utilizado é o carvão activado, que pode ser impregnado com hidróxido de sódio para a oxidação de substâncias odoríferas. O carvão activado é eficaz na adsorção de  $H_2S$ , de compostos orgânicos e de mercaptanos [1].

Ao longo do tempo, o carvão activado vai perdendo a capacidade de adsorção, pelo que periodicamente se deve proceder à sua regeneração.

A regeneração do carvão activado pode ser realizada por via química, utilizando o hidróxido de sódio seguido de lavagem do carvão com água. O período de vida do carvão entre lavagens depende da quantidade e da constituição do ar a tratar, no entanto, esses períodos podem estar compreendidos entre 1.5 a 3 anos. Normalmente, ao fim de 4 regenerações o carvão activado terá que ser substituído [5].

O sistema consiste em introduzir, através do extractor, o ar contaminado num reservatório fechado onde se encontra o meio adsorvente disposto em camadas suportadas por placas perfuradas,

Os reservatórios dos filtros de carvão activado são cilíndricos, de fundos copados, construídos normalmente em PRV, com tratamento adequado ao contacto em contínuo com o  $H_2S$  e exposição periódica com solução de hidróxido de sódio.

Os reservatórios são equipados com um manómetro de pressão diferencial que permite medir a perda de carga no leito de carvão, a qual, por sua vez, dá indicação do grau de saturação do carvão activado.

São também instalados analisadores de  $H_2S$ , à entrada e à saída da torre, que permitirão detectar as concentrações naquelas duas secções e, assim, avaliar a eficiência de tratamento.

A regeneração do carvão é realizada no local, pelo que os filtros dispõem,

normalmente, de todos os acessórios que permitem essa operação.

Na Figura 1 é apresentado um esquema de um sistema de carvão activado.

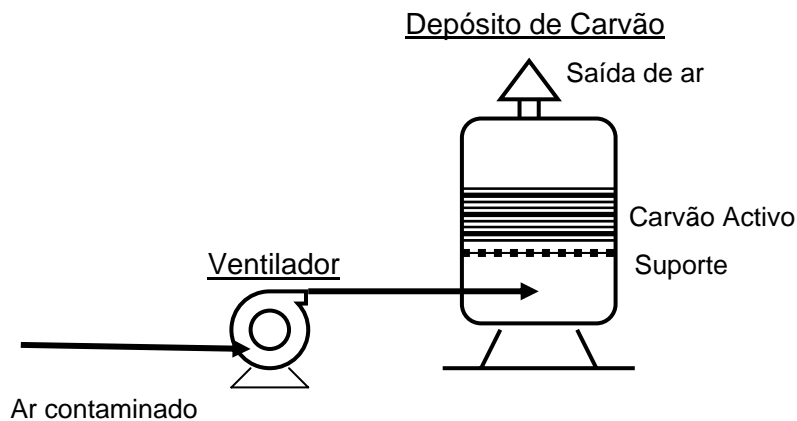


Figura 1 – Sistema de adsorção em carvão activado.

As vantagens deste sistema de tratamento de odores são a fácil operação, a possibilidade de se aumentar a eficiência através da regeneração do meio adsorvente e a flexibilidade de funcionamento em função da variação do caudal de ar a tratar.

As desvantagens são a diminuição da eficiência ao longo do tempo, os custos associados à regeneração e, posteriormente, à substituição do carvão activado, o poder corrosivo dos produtos utilizados na regeneração do carvão e a possibilidade de colmatação do carvão por material particulado presente no ar a tratar.

#### b) **Sistemas de lavagem química**

Os sistemas de lavagem química em torres (“scrubbers”) são especialmente utilizados em instalações de média e grande dimensão.

O tratamento baseia-se em promover o contacto entre o ar contaminado por compostos responsáveis pelos odores e soluções de compostos químicos capazes de oxidar e neutralizar aqueles compostos.

Os oxidantes utilizados mais correntemente são o ácido sulfúrico e o hipoclorito de sódio em condições alcalinas.

O contacto é efectuado em contracorrente no interior de uma torre onde é injectado em baixo o ar contaminado e em cima a solução do oxidante. O oxidante é pulverizado a partir do topo da torre e à medida que o ar sobe através do meio húmido os compostos odoríferos são dissolvidos e oxidados.

No interior da torre é colocado um meio inerte por forma a aumentar a superfície entre o ar e o líquido e deste modo aumentar a eficiência da unidade.

A solução oxidante é recolhida no fundo da torre e recirculada para o topo. Quando o poder oxidante da solução diminui, esta é descarregada e é introduzida nova solução na torre.

Quando o ar a ser tratado possuir compostos azotados, utilizam-se duas torres químicas em série.

Na primeira torre processa-se a neutralização dos derivados azotados (amoníaco, aminas, etc) através da dosagem de ácido sulfúrico (pH=3, 98%), enquanto que na segunda torre processa-se a neutralização de H<sub>2</sub>S, mercaptanos e outros compostos ácidos através da dosagem de hipoclorito de sódio (pH=11, 14%) e de hidróxido de sódio (25%).

As torres são construídas preferencialmente em PRV, com tratamento adequado ao contacto em contínuo com o H<sub>2</sub>S e com as soluções de ácido sulfúrico, hipoclorito de sódio e hidróxido de sódio.

São instaladas bombas de recirculação das soluções de lavagem, sondas de nível e controladores de pH e rH para determinação das condições das soluções.

Deverão ser instalados analisadores à entrada e à saída das torres que permitirão detectar as concentrações naquelas duas secções e assim avaliar a eficiência do tratamento.

Na Figura 2 apresenta-se um esquema de lavagem química através de duas torres.

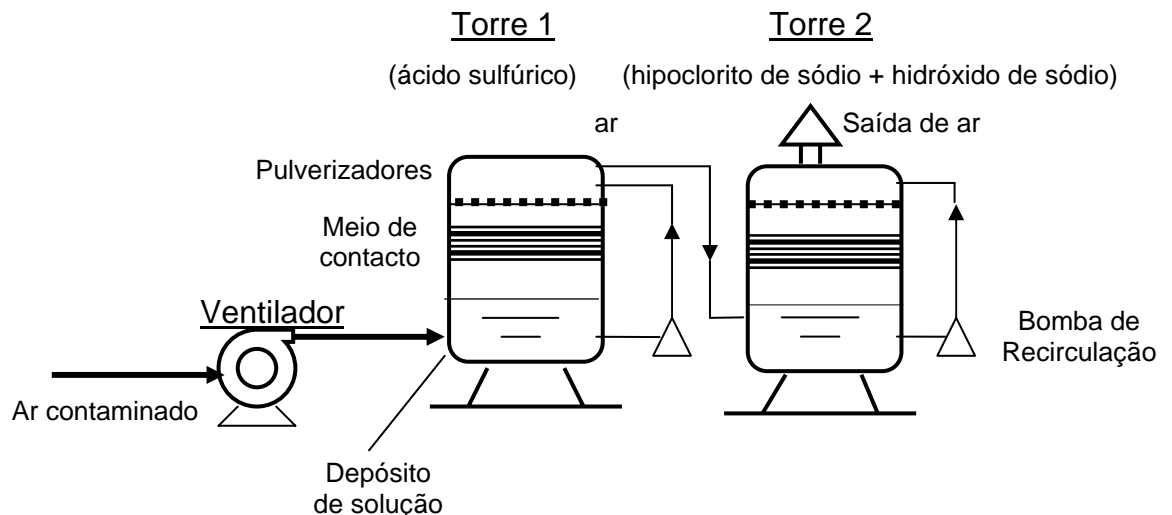


Figura 2 – Sistema de lavagem química com duas torres.

Deverão ser também instalados os reservatórios de reagentes químicos e as respectivas bombas doseadoras.

As vantagens do sistema de lavagem do ar em torres químicas são a grande eficiência do sistema, a economia no tratamento de grandes caudais de ar e a flexibilidade face a mudanças do tipo de compostos odoríferos a tratar.

As desvantagens são a utilização de reagentes perigosos, a necessidade de maior manutenção e o grande espaço ocupado.

### c) Sistemas por biofiltro

Estes sistemas, ainda, pouco utilizados em Portugal, consistem em fazer passar o ar a tratar por um material biológico preparado, que procede à depuração biológica das partículas odoríficas, por meio do desenvolvimento de microorganismos que se fixam



no meio.

Existem dois tipos de material, mas ambos de origem vegetal, o “BIOMIX” constituído à base de turfa, entre outros produtos vegetais e o “KOSKOMIX” constituído à base de turfa, casca de coco e lenhite, entre outros produtos vegetais.

O “BIOMIX” é mais económico que o “KOSKOMIX” mas tem uma durabilidade inferior. O primeiro tem de ser substituído em cada 4 anos, enquanto o segundo, em cada 6 anos.

Aquela massa que constitui o material filtrante do Biofiltro, deverá de estar sempre húmida para ter uma boa eficiência, o que implica que deve ser regada diariamente na época do Verão ou sempre que não chover.

O princípio da biofiltração consiste em duas fases interactivas: a adsorção de partículas odoríficas e a degradação biológica.

Em grandes sistemas, os reactores podem ser construídos em betão armado e em pequenos sistemas podem ser, simplesmente, contentores metálicos onde se dispõe o material biológico.

O sistema é normalmente constituído pela extracção do ar viciado, seguido de uma torre de precipitação de poeiras através de uma cortina de água que é injectada no topo da torre e recolhida, posteriormente, para um poço de recirculação. Após a precipitação de poeiras e outras partículas, o ar viciado é introduzido no Biofiltro pela base, atravessando o meio de enchimento e dispersando para a atmosfera.

Comparando os três sistemas anteriores, para o mesmo caudal e condições, os custos relativos dos sistemas são os expressos no Quadro II.

Tipo de Tratamento (H <sub>2</sub> S: 5 a 50 ppm)	CUSTO		
	INSTALAÇÃO	MANUTENÇÃO	GLOBAL

Carvão activado	0.8	3.5	4.3
Lavagem química	0.9	1.6	2.5
Biofiltração	1.0	0.1	1.1

Quadro II – Custos Relativos de Instalação / Manutenção

A biofiltração tem um custo inicial de instalação e construção, ligeiramente superior às outras soluções, mas um custo de manutenção significativamente inferior.

#### d) **Sistemas por aspersão**

Estes sistemas consistem basicamente numa estação de preparação, bombagem e injeção de uma mistura de água com um líquido inibidor de cheiros, “Bio-C”, numa canalização que possui vários bicos pulverizadores nas zonas onde se produzem odores.

O sistema pode ser regulado para injectar o produto somente em determinados períodos do dia ou da época do ano, conforme as necessidades.

Este sistema é muito mais económico que os anteriormente descritos, mas não constitui uma solução estrutural.

## **5 – EXEMPLOS DE APLICAÇÃO**

### **5.1. ETAR DO FUNCHAL**

A ETAR do Funchal, na Região Autónoma da Madeira, é uma instalação onde se efectua o tratamento das águas residuais daquela cidade, antes do lançamento no oceano através de um emissário submarino.

Desde o arranque de funcionamento desta estação que, a gestão, exploração, manutenção e controlo da ETAR é assegurada pelo Consórcio SITEL / ECOSERVIÇOS / INDUTORA que deu origem à ECOATLÂNTICO.

Está dimensionada para  $60\,000\text{ m}^3\text{d}^{-1}$  e o tipo de tratamento efectuado consiste na gradagem, na desarenação e remoção de óleos e na tamisação das águas residuais. A ETAR inclui também a bombagem dos efluentes tratados para o emissário submarino.

A ETAR do Funchal situa-se em pleno centro da cidade, junto ao oceano, na Avenida do Mar.

Todo o equipamento encontra-se num edifício fechado, desenvolvendo-se abaixo do nível da rua, sendo constituído pelos seguintes principais equipamentos:

- Gradagem – 3 grades mecânicas com largura de 2 m;
- Desarenação – 1 desarenador circular ao qual estão associados dois classificadores de areias;
- Tamisação - 3 tamisadores com comprimento de 4.06 m e diâmetro de 2.03 m;
- Bombagem – Poço de bombagem com um volume útil de  $105\text{ m}^3$  e equipado com 4 bombas submersíveis.

O sistema de tratamento do ar projectado para esta instalação foi a adsorção em dois filtros de carvão activado, dimensionados para um caudal de ar de  $17\,100\text{ m}^3\text{h}^{-1}$ .

A introdução de ar no edifício é artificial, efectuada através de dois ventiladores axiais, com funcionamento alternado.

Existem duas extracções pontuais de ar contaminado em dois pontos considerados críticos: canal de entrada e no poço de bombagem.

A extracção do ar é efectuada por dois ventiladores centrífugos, com potência unitária de 25 kW.

Foram instalados dois filtros de carvão activado, também no piso inferior, com um caudal unitário de  $17\,100\text{ m}^3\text{h}^{-1}$ . Em situações normais funciona apenas um filtro ficando o outro como reserva.

Os filtros têm 3m de diâmetro, possuindo cada um  $12.7\text{ m}^3$  de carvão activado granular

dispostos em duas camadas de 0.9 m de espessura.

Recentemente, procedeu-se à regeneração do carvão de ambos os filtros, com lavagem com água e soluções de hidróxido de sódio. A sequência das lavagens foi a seguinte:

1º - Lavagem com água;

2º - Lavagem com solução de hidróxido de sódio a 2%;

3º - Lavagem com solução de hidróxido de sódio a 50%;

4º - Lavagem final com água.

## **5.2 - ETAR DE SANTA CRUZ**

A ETAR de Santa Cruz, no concelho de Torres Vedras, é uma instalação que está preparada para tratar  $8\ 100\ \text{m}^3\text{d}^{-1}$  de águas residuais, o que equivale a uma população máxima servida de 68 000 habitantes.

A ETAR serve uma zona balnear, pelo que está preparada para elevadas flutuações de caudais de águas residuais afluentes ao longo do ano.

Localiza-se na proximidade de zonas habitáveis, nomeadamente junto ao aglomerado de Casalinhos de Alfaiata.

Os principais órgãos constituintes da ETAR são:

- obra de entrada: gradagem manual e mecânica, medição de caudal, desarenação, separador de gorduras;
- estação elevatória (3 parafusos de Arquimedes);
- 2 decantadores primários;
- tanques de arejamento (4 células);
- 2 decantadores secundários;
- 2 espessadores de lamas;
- desidratação mecânica de lamas (2 filtros banda);
- sistema de estabilização química das lamas com cal apagada;

- estação elevatória de lamas e escumas primárias;
- estação elevatória de lamas biológicas e escumas secundárias;
- estação elevatória de recirculação de águas de serviço.

Dada a grande variação de caudais entre o verão e o inverno, que conduz inevitavelmente a elevados tempos de permanência de águas residuais no colectores a montante, e a proximidade de zonas habitáveis, as zonas propícias à libertação de odores na ETAR de Santa Cruz (obra de entrada, estação elevatória, espessadores e desidratação de lamas) foram cobertas e o ar contaminado é extraído e tratado.

O ar contaminado é aspirado através de condutas de ventilação provenientes do edifício de cobertura da obra de entrada, da estação elevatória, do edifício de desidratação de lamas e dos espessadores.

No Quadro III apresenta-se os caudais de extracção de ar.

<u>ÓRGÃO</u>	<u>VOLUME</u> (m <sup>3</sup> )	<u>Nº RENOVA./H</u>	<u>CAUDAL DE AR</u> (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> )
Ed. Obra de Entrada	1 320	10	13 200
Estação Elevatória	130	10	1 300
Espessadores	70	7	490
Ed. Desidratação	700	7	4 900
<b>TOTAL</b>			<b>19 890</b>

Quadro III – Caudais de extracção de ar na ETAR de Santa Cruz.

Para esta situação optou-se por um sistema de desodorização por via química com 20 000 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> de capacidade de tratamento. Para lhe conferir maior flexibilidade de exploração, dadas as características sazonais das aflúncias à ETAR, o sistema é dotado de dois ventiladores de 10 000 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup> e 7.5 kW cada.

O sistema consiste em duas torres de lavagem química do ar contaminado, em série, por se esperar a presença de compostos azotados. Na 1ª torre, a lavagem é efectuada

com ácido sulfúrico e na 2ª com hipoclorito de sódio e hidróxido de sódio.

As torres possuem 2 m de diâmetro e 5.7 m de altura. Associada a cada torre está instalada uma bomba para recirculação da solução oxidante, para um caudal de 30  $\text{m}^3\text{h}^{-1}$ .

O consumo médio de soluções oxidantes tem sido o seguinte:

- Ácido sulfúrico a 98% : 0.37  $\text{lh}^{-1}$
- Hipoclorito de sódio a 14% : 6.25  $\text{lh}^{-1}$
- Hidróxido de sódio a 25% : 2.25  $\text{lh}^{-1}$

### **5.3 – CITRS DE TRAJOUCE**

No Centro Industrial de Tratamento de Resíduos Sólidos da AMTRES, em Trajouce, mais precisamente no Parque de Compostagem de RSU foi instalado um sistema de desodorização por Biofiltros.

O sistema de desodorização do Parque de Compostagem da CITRS engloba três áreas distintas, mas interligados entre si: túneis reactores, edifício de maturação e Biofiltro.

Assim, os odores que se formam nos túneis reactores são aspirados e introduzidos no Parque de Maturação, juntamente com o ar de recirculação do Parque de Compostagem.

O ar do Parque de Maturação é por sua vez aspirado e introduzido no sistema de Biofiltro onde é depurado, desodorizado e finalmente libertado para a atmosfera.

O Edifício de Maturação que engloba o Parque de Maturação possui 8 tomadas de ar fresco. O Biofiltro, situado no exterior do Parque de Maturação, recebe o ar de exaustão do Parque, 48 500  $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$  no Regime I ou 97 000  $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$  no Regime II.

O Biofiltro está dividido em duas células que podem ser alimentadas por qualquer um dos dois ventiladores existentes.

À entrada do Biofiltro existem duas torres que provocam a precipitação das poeiras através de uma cortina de água que é injectada no topo da torre. Esta água retorna a um tanque e é recirculada no mesmo circuito, até que ao fim de algum tempo é renovada por água nova.

Após as torres, o ar é forçado e distribuído pelos respectivos Biofiltros, cujo material filtrante escolhido foi o “KOSKOMIX”, que é mantido húmido para ter uma boa eficiência.

Sempre que os ventiladores do Biofiltro param, pára, também, a insuflação de ar no Parque.

#### **5.4 – ETAR DE LAGOS**

Na ETAR de Lagos e durante a fase de exploração que antecedeu a sua ampliação, foi instalado um sistema de desodorização por aspersão e pulverização.

Este sistema consiste basicamente no seguinte:

- Unidade de mistura e bombagem do inibidor de odores “Bio-C”;
- Duas electroválvulas;
- Tubagem de alimentação até aos pulverizadores;
- Pulverizadores.

Este sistema visou a injeção e pulverização dos odores, na obra de entrada, espessadores e digestores de lamas.

Os tempos de paragem e funcionamento do sistema ótimos à data, eram de 60 segundos e 10 segundos, respectivamente.

Os pulverizadores são a parte do sistema mais sensível. No caso de pingarem em vez de pulverizarem a mistura, é sinal de entupimento ou de demasiado aperto do pulverizador.

## **6 – CONCLUSÕES**

O controlo e tratamento de odores desagradáveis provenientes de sistemas de saneamento básico deverá ser encarado como complemento ao tratamento, quer da fase líquida e da fase sólida das águas residuais, quer do tratamento ou processamento de resíduos sólidos.

O controlo das emissões passa pela operação adequada dos órgãos de tratamento e das instalações onde a probabilidade de geração de odores é maior.

No caso de instalações localizadas junto a aglomerados populacionais, é aconselhável a instalação de sistemas de desodorização do ar contaminado, sistemas esses que possuem eficiência comprovada.

## **7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

[1] – Metcalf & Eddy, *Wastwater Engineering – Treatment; Disposal; Reuse*. McGraw-Hill International Editions. (1991)

[2] – Moody T. C., Riek G. C. *Sulfide Suppression*, Water Environment & Technology, (Fevereiro de 1999)

[3] – Water Environment Federation, American Society of Civil Engineers. *Design of Municipal Wastewater Treatment Plants – Volume I*. Water Environment Federation, American Society of Civil Engineers. (1992)

[4] – Ludovice M. L., Pinto M. T., Neder K. D. *Controle de Odores em Estações de Tratamento de Esgotos*. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

[5] – DeHollander G. R. *Gaseous Emissions From Wastewater Facilities*. Water Environment Research. (Junho de 1998) .