



ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS



**ABES ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

I SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

SISTEMAS DE TRATAMENTO DE DESPEJOS INDUSTRIAIS
ESTUDOS LABORATORIAIS DE APLICAÇÃO DE FILTROS ANAERÓBIOS AO
TRATAMENTO DE EFLUENTES DE DESTILARIAS

A.C. DUARTE, PROFESSOR AUXILIAR, UNIVERSIDADE DE AVEIRO, 3800 AVEIRO, PORTUGAL

M.L. PINHO E MELO, BOLSEIRA, CENTRO DE QUÍMICA DO MEIO AQUÁTICO, UNIVERSIDADE
DE AVEIRO, 3800 AVEIRO, PORTUGAL

A. HALL, PROFESSOR CATEDRÁTICO, UNIVERSIDADE DE AVEIRO, 3800 AVEIRO, PORTUGAL

RESUMO

Esta comunicação tem por fim descrever o trabalho realizado sobre a aplicação de filtros anaeróbios ao tratamento de efluentes de destilarias que consistiu do seguinte:

- a) pesquisa bibliográfica
- b) caracterização físico-química do efluente de uma destilaria local
- c) construção, arranque e estabilização de um filtro anaeróbio à escala laboratorial
- d) caracterização da operação do filtro anaeróbio a várias cargas orgânicas, nomeadamente 1,2 e 4 kg CQO/m³.d para as quais se obtiveram remoções em Carência Química de Oxigênio (CQO) de 98,8%, 97,3% e 90,0%, respectivamente, à temperatura de 21°C ± 1°C.

Os resultados obtidos permitem concluir que o filtro funcionou com elevada eficiência de remoção de CQO para o tratamento de um efluente de destilarias com CQO = 150 g/l, Sólidos Suspensos = 15 g/l e pH = 3,5 com cargas até 4 kg COD/m³.d à temperatura ambiente (21°C ± 1°C)

Outra conclusão não menos importante é o facto de haver necessidade de remoção periódica de sólidos. O filtro pôde ainda permanecer dormente por períodos consideráveis de tempo e recuperar rapidamente atingindo estado estacionário ao fim de aproximadamente 3 dias de alimentação.

1. INTRODUÇÃO

A degradação da qualidade da água na região de Aveiro, nomeadamente na zona da Bairrada, onde abundam as destilarias, tem sido apontada como um inconveniente que a falta de planeamento do crescente desenvolvimento industrial tem provocado.

A descarga directa de efluentes de destilaria, considerados de alta carga orgânica, em períodos relativamente curtos do ano, mas com elevadas concentrações em matéria orgânica e sólidos e com valores de pH ácidos, na maioria dos casos origina o aparecimento de longos troços de rios deficientes em oxigénio e contendo águas impróprias para a grande parte dos usos já que não é economicamente viável proceder ao dispendioso tratamento que seria necessário. Esta degradação da qualidade das águas naturais cria graves problemas a nível de gestão, tornando cada vez mais necessária a abstracção de águas subterrâneas quer para consumo doméstico quer para consumo industrial.

Os industriais necessitam portanto de iniciar um tratamento de efluentes, que segundo aqueles pela tecnologia clássica disponível, nomeadamente digestão anaeróbia de contacto, lamas activadas, leitos percoladores e biodiscos, inviabilizaria grande parte dos projectos industriais.

Pretendeu-se com o trabalho realizado demonstrar experimentalmente que os sistemas de digestão anaeróbia, concretamente os filtros anaeróbios, como reactores de filme biológico imobilizado, devido à grande eficiência de tratamento que proporcionam e à produção de metano, que pode minorar as necessidades energéticas da indústria, torna-se assim numa alternativa economicamente viável para o tratamento de efluentes de destilarias.

Entende-se por filtro anaeróbio, uma coluna, de altura variável, geralmente cilíndrica, que pode ter vários tipos de enchimento: conchas de ostras, pedras de cal, rochas partidas, ou enchimento de plástico (de várias formas), com fluxo que pode ser ascendente, descendente ou mesmo horizontal, e que através da digestão anaeróbia converte um efluente rico em matéria orgânica em metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2).

O filtro anaeróbio apresenta genericamente as seguintes vantagens (YOUNG e McCARTY 1967):

- é particularmente apropriado para o tratamento de efluentes solúveis
- não necessita de recirculação de efluentes ou sólidos biológicos
- a acumulação de altas concentrações de sólidos biológicos permite o tratamento de efluentes de baixa concentração à temperatura ambiente
- o efluente tratado é praticamente isento de sólidos suspensos e a retirada de lamas é quase desnecessária, isto em contraste com os processos biológicos aeróbios, que produzem largas quantidades de lama (normalmente contendo metade da carga poluente do influente) tornando assim necessário tratamento posterior de lamas

São ainda apontadas as seguintes vantagens, sobre os outros processos anaeróbios (BRUMM e NYE 1980):

- estrutura e maquinaria envolvida mais simples
- menor consumo de energia
- de mais fácil manutenção e operação
- provavelmente necessita de menor área
- capacidade de permanecer dormente por períodos de tempo consideráveis
- menos sensível a alterações nas condições ambientais e de operação

- pode responder rapidamente a variações de carga e tempo de retenção

São no entanto geralmente apontadas como desvantagens (MOSEY 1978)

- necessidade de "backwashing" (lavagem) periódico, embora devido à baixa produção de biomassa, possa ser operado por longo período de tempo, sem necessidade de lavagem
- custo do meio de enchimento, sendo plástico ou o volume do meio ocupado, sendo pedra
- incapacidade de oxidar amoníaco (tal como qualquer outro processo anaeróbico)
- eventual necessidade de tratamento terciário do efluente do filtro devido à presença de amoníaco e sulfuretos

2. PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

O primeiro trabalho publicado sobre filtros anaeróbios (YOUNG e McCARTY 1967) surgiu em 1967 onde se discutia o funcionamento, as cargas aplicadas e o grau de tratamento obtido, o tipo de crescimento biológico, a produção de lamas, e o valor ótimo do tempo de retenção para o caudal do filtro anaeróbico, mas usando como substrato um efluente sintético à base de glucose.

A partir dessa data surgiram vários trabalhos, em que a influência de vários parâmetros sobre o filtro é abordada e estudada. Uma pesquisa bibliográfica extensiva sobre filtros anaeróbios pode ser encontrada num relatório de progresso recentemente apresentado ao INIC (MELO 1984)

Há talvez a salientar os trabalhos realizados em França sobre o tratamento de efluentes de destilarias por filtro anaeróbico (BORIS e RAYNAL 1982), onde é utilizado um reactor de 22 l, com enchimento plástico (FLOCOR R) que trata um efluente de CQO entre 1800 e 23000 mg/l, com tempos de retenção de 16h e cargas orgânicas até 13,9 Kg CQO/m dia, com % de remoção de CQO de 91,9.

Surgem ainda (WHEAVEY et al 1984) testes a escala laboratorial com reactores operando à temperatura dos mesofílicos, e tratando também efluentes de destilarias. As cargas aplicadas vão de 15,5 a 25,6 Kg CQO/m³ dia com remoções de 45 a 50 % respectivamente.

3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO EFLUENTE DE DESTILARIA

O efluente procedente de uma destilaria local, foi caracterizado no que diz respeito a matéria orgânica, nutrientes e sólidos, tabela I, e foi também realizada a análise de elementos, tabela II, que eventualmente poderiam atingir níveis de concentração susceptíveis de se tornarem tóxicos para o processo de digestão anaeróbia.

4. CONSTRUÇÃO , ARRANQUE E ESTABILIZAÇÃO DE UM FILTRO ANAERÓBIO À ESCALA LABORATORIAL

O filtro anaeróbico foi construído a partir de um cilindro de perspex com 14,1 cm de diâmetro interno e 155 cm de altura. O volume vazio ocupado pelo líquido é de 22 l. A alimentação é feita pelo fundo originando fluxo ascendente através de uma placa de distribuição perfurada (e é fornecida à coluna por meio de uma bomba peristáltica). A saída do líquido é feita a 15 cm do topo da coluna e ao longo da mesma há portas de amostragem igualmente espaçadas de 15 cm a par-

tir do cimo. A saída do gás é feita pelo topo da coluna e o caudal de gás produzido é medido com um medidor de gás húmido.

Após a construção do filtro, foi seleccionado para meio de enchimento tubo de plástico de 1 cm de diâmetro que é usualmente utilizado para revestimento de instalações eléctricas. A escolha foi baseada na fácil disponibilidade e baixo preço do material. O tubo foi cortado em cilindros de aproximadamente 2,5 cm de comprimento resultando numa percentagem de vazio, após enchimento do filtro de aproximadamente 98%.

Completada esta fase, fez-se o arranque do filtro com lamas do digester da estação de tratamento de esgotos domésticos de Estarreja.

Iniciou-se uma adição gradual de efluente de destilaria, constituído essencialmente por água de lavagens de cubas, até completa aclimatização da biota. Sô depois disso (e com base na pesquisa bibliográfica) se optou por uma carga orgânica suficientemente baixa, para evitar problemas de inibição por excesso de carga orgânica no período de arranque. A carga a que se iniciou o estudo foi de 1 Kg CQO/m³ dia.

Como o CQO do influente era muito elevado (valor médio 157 g/l) o volume a fornecer à coluna era muito pequeno (120 ml/dia) o que implicou uma alimentação intermitente com as bombas disponíveis. Antes de atingir o estado estacionário, normalmente media-se o pH, a temperatura ambiente e a produção total diária de gás. Foi este último parâmetro que se utilizou para determinar se a coluna atingia ou não estado estacionário. A coluna foi operada sempre à temperatura ambiente, a qual se manteve 21°C ± 1°C durante o período de estudo.

5. RESULTADOS DA OPERAÇÃO DO FILTRO ANAERÓBIO

Os resultados referentes à operação do filtro em estado estacionário encontram-se nas figuras I e II.

Iniciou-se o estudo com 1 Kg CQO/m³ dia e obtiveram-se remoções de 99,4% e 98,5% em altura diferente dado que durante 14 dias depois de ter sido atingido o primeiro estado estacionário, o filtro não foi alimentado. Quando se recomeçou a alimentação com a mesma carga, o filtro atingiu estado estacionário ao fim de 3 dias de alimentação.

A 4 Kg CQO/m³ dia, verificou-se que a acidez (1,3 g/l, expresso como CaCO₃) na alimentação era demasiada, visto que se observou uma quebra na produção de gás e uma descida brusca de pH.

Após reinoculação da coluna com novas lamas e neutralização do influente a pH 6.5 com bicarbonato de sódio, atingiram-se os 4 Kg CQO/m³ dia com uma produção média diária de gás de 28 l e uma percentagem de remoção de CQO total de 90%.

A 8 Kg CQO/m³ dia, imediatamente após mudança de carga, verificou-se um abaixamento de pH na parte superior do filtro (Figura II), tornando a estabilização praticamente impossível. Possivelmente, devido ao excesso de lamas na parte inferior do filtro, haveria caminhos preferenciais causando a passagem directa do caudal de alimentação para a parte superior do filtro.

Recentemente foi referido na literatura (RAMAN 1984) um caso semelhante de colmatagem de um filtro anaeróbio após 12 a 18 meses de operação tratando efluentes de baixa carga.

Depois de sucessivas tentativas de recuperação do filtro, efectuou-se a recirculação com o gás produzido verificando-se um bom efeito de mistura e um me -

lhor contacto (na parte inferior do filtro) das lammas com o caudal de alimenta -
ção.

Quando o filtro foi reinoculado, a coluna foi esvaziada na quase totalida
de e nessa altura houve oportunidade de verificar que o maior crescimento se ve-
rificava dentro do enchimento e nos espaços inter-enchimento, sendo a película
de filme que envolvia o enchimento muito delgada.

6. CONCLUSÕES

- O filtro funciona com elevada eficiência (remoção de COO superiores a 90%)
para cargas orgânicas até 4 Kg COO/m dia, à temperatura ambiente (21°C
± 1 °C)
- O filtro pode permanecer dormente por períodos de tempo razoáveis (p.e.
duas semanas e mais recentemente 1 mês e meio) e recuperar rapidamente
atingido estado estacionário ao fim de 3 dias de alimentação.
- A carga acídica da alimentação ao filtro parece ser um factor mais limi -
tante do que a carga orgânica.
- O processo mais eficaz para a recuperação do filtro anaeróbio é a reino -
culação.
- Grande parte da biomassa acumulada no filtro não está fixa ao enchimento,
mas presa no seu interior e nos espaços inter-enchimento.
- A grande acumulação de lammas e a formação de um bolo na parte inferior da
coluna possivelmente devido à alimentação intermitente obriga a um
"backwashing" periódico, ou alternativamente a recirculação com gás.

7. REFERÊNCIAS

BORIES, A and J. RAYNAL, "Fixed Film reactor with plastic media for methane
fermentation of distilleries waste water", 2nd Conference Energy from Biomass,
Comission of the European Communities, Berlin 20-23 September, 1982

BRUMM, T.J. and NYE, J.C. (1980) "Dilute swine waste treatment in an anaerobic
filter" Proc. of the Purdue Industrial Waste Conference, 453-461, 1980

MELO, M.L.P., "Aplicação de filtros anaeróbios ao tratamento de efluentes de
destilarias", Relatório de Progresso, Centro de Química do Meio Aquático, Uni-
versidade de Aveiro, 1984

MOSEY, F.E., "Anaerobic filtration: a biological treatment process for warm
industrial effluents", Journal of the Institue of Water Pollution Control ,
3 , 370-378, 1978

RAMAN, V. Comments on "treatment of low strength domestic wastewater using
the anaerobic filter", Water Res., 18 , p.507, 1984

WEATLEY, A.D., CASSELL, L., and WINSTANLEY, C.I., "Energy recovery and
effluent treatment of strong industrial wastes by anaerobic biofiltration",
Environmental Biotechnology Group, Department of Chemical Engineering,
University of Manchester, Institute of Science and Technology. 1984

YOUNG, J.G. and McCARTY, P.L., "The anaerobic filter for waste treatment"
Proc. 22nd Industrial Conference, Purdue University, 559-574, 1967

	COO_T		SS_T		Orto-P		P_T		Org-N		pH
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	
1º Bidon	156,98	17,64	17,36	2,93	0,072	0,022	0,255	0,058	0,457	0,021	3,4-3,6
2º Bidon	283,14	9,73	21,4	0,62	-		-		1,095	0,190	3,4-3,6

TABELA I : Caracterização do efluente de destilarias

NOTA : COO_T = Carência química de oxigênio total (g/l)
 SS_T = Sólidos suspensos totais (g/l)
Orto-P = Ortofosfatos expresso como P (g/l)
 P_T = Fósforo total expresso como P (g/l)
Org-N = Azoto orgânico expresso como N (g/l)
 \bar{x} = valor médio
s = desvio padrão

mg/l	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 1 tratada com fluorídrico (Ver Nota)	Amostra 2 tratada com fluorídrico (Ver Nota)
Cu	1,1	2,5	1,6	3,6	2,8
Pb	0,85	0,96	1,8	1,1	1,2
Cr	0,65	0,58	2,4	0,42	0,35
Zn	1,4	1,8	4,5	0,33	0,22
Cd	<< 0,01	<< 0,01	<< 0,01	0,07	0,06
Mn	1,2	1,2	2,5	<< 0,2	<< 0,2
Fe	35,9	66,8	124,5	143,9	217,4
Ni	-	-	-	<< 0,1	<< 0,1
Ca	29,8	30,7	-	5,8	21
Mg	67	72,5	88,5	113,2	113,2
Na	53,5	48,1	78,4	-	-
K	58,8	58,8	83,6	-	-

TABELA II - Análise de elementos em várias amostras do efluente da destilaria

NOTA - Amostras tratadas, com uma mistura de fluorídrico, água oxigenada, perclórico e nítrico, já que o tratamento feito só com nítrico é bastante demorado.

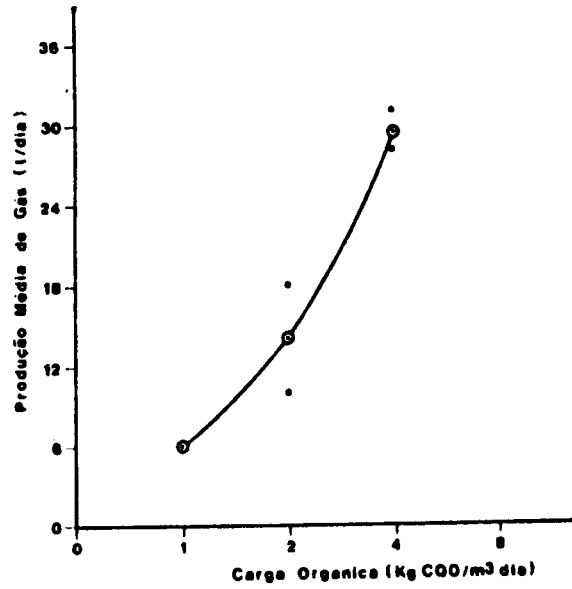


Figura 1. Produção de gás em função da carga orgânica aplicada

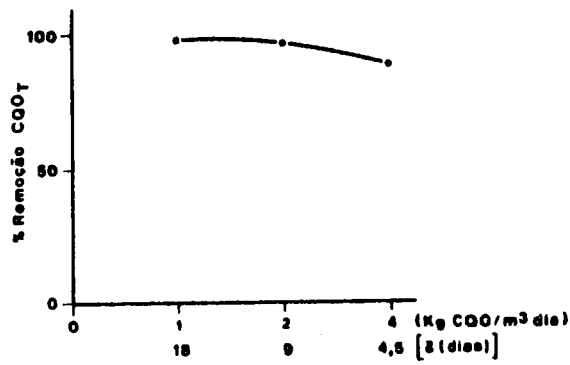


Figura 2. Percentagem de remoção da Carência Química de Oxigênio Total

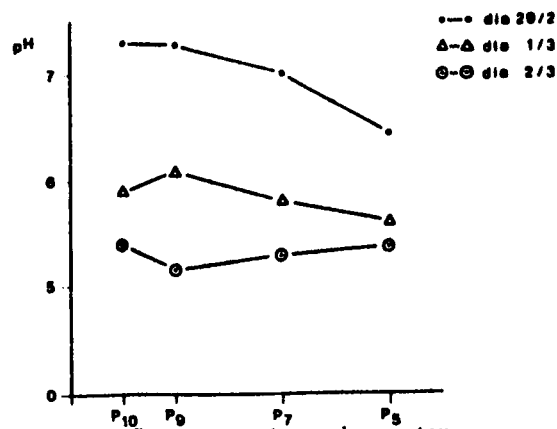


Figura 3. Variação do pH ao longo do reactor

