

Potencialidade do filtro anaeróbio

JOSÉ ROBERTO CAMPOS

Professor Assistente da Escola de Engenharia de São Carlos — USP.

HELOISA GOMES DIAS

Aluna do Curso de Pós-Graduação do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos — USP.

Os autores elencam as vantagens dos processos anaeróbios de tratamento de despejos líquidos quando comparados aos processos aeróbios, descrevem e fazem um histórico do filtro anaeróbio e apresentam alguns de seus resultados práticos em indústrias no estado de São Paulo.

Os processos anaeróbios de tratamento de despejos líquidos apresentam, no aspecto teórico, algumas vantagens quando comparados aos processos aeróbios, entre as quais as principais são a produção de sólidos biológicos em quantidades significativamente menores e a formação, durante o processo de tratamento, do gás metano, que é um subproduto com potencialidade de utilização. Além disso, a eliminação da necessidade de equipamentos para aeração e a minimização do tamanho e capacidade das instalações para manejo, acondicionamento e disposição de lodo, tornam os custos de implantação de sistemas anaeróbios de tratamento sensivelmente menores que os da maioria dos sistemas que utilizam processos aeróbios.

A baixa taxa de produção de sólidos biológicos, que caracteriza os processos anaeróbios, constitui-se em grande vantagem sob o ponto de vista econômico.

Sob o aspecto técnico, esse fator, no entanto, apresenta a desvantagem de implicar a necessidade de um período de tempo muito grande para formação de massa celular inicial, que é responsável pela eliminação da matéria orgânica presente no despejo através da participação de diferentes grupos de bactérias. A fim de tornar possível o tratamento, o tempo de retenção de sólidos biológicos (TRS) deve ser sensivelmente maior que o tempo de geração dos mesmos, o que implica, em processos anaeróbios, valores altos para TRS. Para os reatores anaeróbios convencionais, o aumento do TRS era feito através do aumento do tempo de detenção hidráulico, que resultava na construção de reatores de grande volume, ou através da recirculação de lodo biológico. Os dois meios descritos para elevação do TRS são muito onerosos e levaram a utilização do tratamento anaeróbio somente para despejos com elevada concentração de sólidos.

A partir da década de 60 houve uma evolução acelerada dos conhecimentos a respeito do processo anaeróbio devido em grande parte à contribuição inicial oriunda do trabalho dos pesquisadores James C. Young (14, 15) e Perry L. McCarty (8, 14) e, com isso, iniciou-se o emprego de reatores anaeróbios não convencionais para o tratamento de despejos solúveis de baixas e de elevadas concentrações de matéria orgânica.

Os novos reatores foram concebidos fundamentalmente com base no melhor conhecimento dos processos anaeróbios e, principalmente, na verificação da viabilidade de se dispor de diferentes maneiras para se conseguir tempos de retenção celular sensivelmente superiores aos tempos de detenção hidráulica nas unidades de tratamento anaeróbio.

O aumento do tempo de retenção celular em relação ao tempo de detenção hidráulico nos reatores anaeróbios não convencionais tem sido conseguido através da construção de reatores cuja concepção e operação apóiam-se nos conceitos que são descritos sucintamente a seguir (02):

a) Retenção de microrganismos nos interstícios existentes e aderência de filme biológico em leito de pedra ou de outro material-suporte adequado que constitui parte de um reator anaeróbio com fluxo ascendente ou descendente; nesse caso são incluídos os filtros anaeróbios.

b) Produção de uma região no reator com elevada concentração de microrganismos ativos que obrigatoriamente é atravessada (e misturada) pelo fluxo ascendente dos despejos a serem tratados. Esse princípio é explorado nos reatores de manta de lodo (*Upflow anaerobic sludge blanket* — UASB) e nos reatores anaeróbios com chicanas, que, em essência, se tratam de uma modificação do reator UASB.

c) Imobilização de microrganismos através de sua aderência a superfícies fixas ou a superfície de material particulado móvel. Os reatores de leito expandido ou fluidificado fundamentam-se essencialmente nesse princípio, tendo-se em vista que a grande parcela de microrganismos ativos encontra-se aderida às partículas que constituem o seu leito.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O filtro anaeróbio é um reator no qual a matéria orgânica é estabilizada através da ação de microrganismos que ficam retidos nos interstícios ou apoiados no material-suporte que constitui o leito através do qual os despejos líquidos escoam.

As maiores taxas de remoção de substrato ocorrem nos níveis mais baixos do leito (quando o fluxo é ascendente), sendo que nessa região existem grandes concentrações de substrato e de sólidos biológicos.

Sólidos biológicos que se formam nas camadas mais profundas são arrastados no mesmo sentido do fluxo, mantendo-se disponíveis para remoções adicionais de despejos. Filtros anaeróbios em boas condições de funcionamento podem apresentar elevada remoção de substrato, sendo que os sólidos suspensos remanescentes são constituídos basicamente por células e matérias estáveis. Esses sólidos apresentam aspecto semelhante ao de pequenas partículas de carvão suspensas em líquido bastante clarificado, para a maioria dos despejos líquidos.

O interesse pelo filtro anaeróbio deve-se, em princípio, à publicação de Young e MacCarty, em 1969 (14), elaborada com base em dados de pesquisa realizada a partir de 1963, na qual são mostrados resultados obtidos na operação desse tipo de reator alimentado com despejo líquido sintético, verificando-se eficiência na remoção de DBO superior a 80% para tempos de detenção hidráulicos inferiores a 24 h. Deve ser lembrado, contudo, que, historicamente, essa publicação foi precedida por trabalhos de Coulter, Soneda e Ettinger (1957), Winnenberger e Saad (1961) e Stander (1963), que despertaram menor interesse na época.

Essas pesquisas demonstraram que o filtro anaeróbio possui boas condições inclusive para tratar despejos solúveis em concentrações relativamente baixas.

Não há necessidade de se efetuar a decantação do efluente desse reator biológico e também não se torna obrigatória, na maioria dos casos, a recirculação de parcela desse efluente. Como as bactérias anaeróbias, de maneira geral, apresentam baixo coeficiente de síntese celular, o descarte de sólidos, assim como sua disposição final, é operação que resulta muito facilitada em relação a tratamentos convencionais.

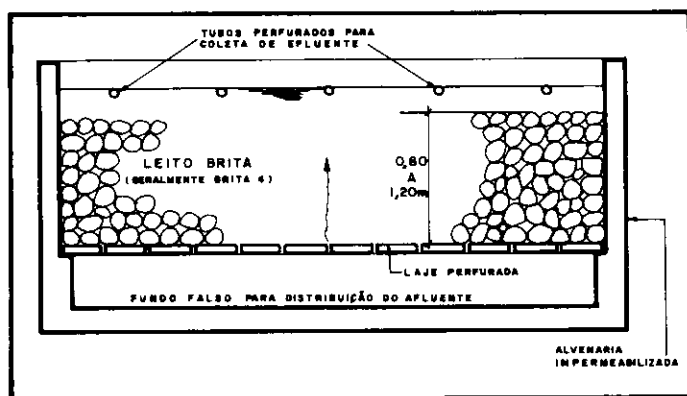
Na maior parte dos casos estudados o fluxo é ascendente e o leito dos reatores é constituído por pedras de tamanho apropriado (no Brasil, geralmente brita n.º 4), porém podem ser utilizados outros materiais-suporte, tais como anéis, esferas perfuradas, blocos modulares etc.

Na figura 1 apresenta-se um esquema de filtro anaeróbio idealizado por pesquisadores do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos, USP, em 1978.

É interessante destacar que também existem propostas para que o fluxo líquido seja descendente, tais como as de Vander Berg e Lentz (1979), como alternativa para funcionamento de reatores anaeróbios com leito fixo. Nesse caso, dependendo das características construtivas do reator, o leito pode ser submerso ou não (02).

Apesar de existirem estudos de diversos autores visando ao conhecimento da cinética do processo que ocorre nos reatores, ainda não existem até o presente critérios definidos para projeto, recomendando-se, portanto, a operação de instalação-piloto precedendo a elaboração do dimensionamento de um filtro anaeróbio em escala de protótipo. Os parâmetros utilizados atualmente para a elaboração de projeto são a carga hidráulica, a carga orgânica e o tempo de detenção hidráulico.

FIGURA 1
Esquema de filtro anaeróbio empregado no tratamento de efluentes líquidos.



Young e MacCarty (14) operaram filtros, em laboratório, com tempo de detenção variando de 4,5 a 72 horas. Como era de se esperar, para tempos de detenção maiores foram obtidas as maiores eficiências.

Além do tempo de retenção celular, a carga hidráulica (expressa, por exemplo, em $m^3/m^3 \cdot dia$) parece ser também um dos parâmetros mais importantes, já que as altas cargas representam a possibilidade do arrastamento do logo biológico para fora do filtro ou podem provocar o desequilíbrio biológico do sistema, o que pode torná-lo inoperante.

Como mencionado anteriormente, alguns estudos realizados com filtros anaeróbios parecem indicar que a eficiência dos mesmos, na remoção de DBO, não é função linear da altura do leito. Segundo alguns autores (03, 14), a maior parte de carga orgânica é removida nas camadas inferiores do filtro, o que praticamente limita sua altura a 1,20m, aproximadamente, quando a alimentação é feita através de uma única secção na parte inferior do mesmo.

Quanto à carga orgânica (expressa, por exemplo, em kg de DBO/ $m^3 \cdot dia$), os resultados disponíveis levam a crer que altas cargas orgânicas não implicam necessariamente em piores condições de funcionamento da unidade. Os resultados apresentados por Young e MacCarty (14) mostram que os filtros anaeróbios apresentam maior eficiência, na remoção da DBO, quando operam com altas cargas orgânicas e baixas cargas hidráulicas (tempo de detenção alto). Os resultados apresentados por Dennis e Jennett (03) parecem confirmar esse fato.

Uma explicação possível, em nível teórico, seria a de que a abundância de alimento, devido às elevadas cargas orgânicas, é favorável ao aumento da massa ativa de microrganismos, desde que o tempo de detenção hidráulico seja grande. Sendo essa massa de microrganismos responsável pela remoção de matéria orgânica, a eficiência apresentada pela unidade torna-se, praticamente, independente da carga orgânica aplicada, desde que o sistema esteja em equilíbrio.

Young (15) destaca quatro fatores físicos de grande importância relacionados com os aspectos operacionais e de desempenho de filtros anaeróbios, a saber: o acúmulo de sólidos biológicos, a ocorrência de curtos-circuitos, o transporte de sólidos biológicos e a formação de gradientes de substrato.

No Brasil, o uso de filtro anaeróbio para efluentes de tanques sépticos encontra-se bastante difundido, sendo que também existem várias instalações em funcionamento há diversos anos que recebem como afluente despejos líquidos industriais. Serão apresentados, a seguir, resultados de alguns trabalhos sobre a utilização do filtro anaeróbio de fluxo ascendente.

APRESENTAÇÃO DE ALGUNS RESULTADOS DE PESQUISAS COM FILTRO ANAERÓBIO

Esgotos Sanitários

A utilização de filtros anaeróbios como tratamento complementar de efluentes de fossas sépticas tem sido bastante difundida no Brasil, constando, inclusive, da legislação vigente.

Vieira, S.M.M. e Sobrinho, P.A. (13) estudaram a associação de decanto-digestor e filtro anaeróbio para o tratamento de esgotos sanitários e chegaram às seguintes conclusões principais: (a) o sistema necessita de um tempo de aclimação de cerca de três meses, ou a partida tem de ser controlada, aumentando-se lentamente a carga do sistema; (b) o sistema atingiu bons resultados na remoção de DBO e SS a tempos de detenção mínimos de 4,1 horas na câmara: de decantação de decanto-digestor e 19 horas no filtro anaeróbio, em relação à vazão média; (c) a limpeza controlada do decanto-digestor e do filtro anaeróbio são de extrema importância para tornar eficiente a remoção de sólidos pelo sistema, pois os sólidos contidos no efluente são de difícil separação, não sendo viável sua remoção por simples sedimentação após serem eliminados junto com o efluente.

Com relação à utilização do filtro anaeróbio para o tratamento de esgotos sanitários sem digestão preliminar, pode-se constatar que poucos estudos foram relatados até a presente data. Entre esses, Kobayashi *et alii* (07) operaram, em escala de laboratório, um filtro anaeróbio com enchimento plástico de alta área superficial específica para o tratamento de esgotos domésticos com DBO média de 288 mg/l , tempo de detenção de 24 horas, temperaturas de 20, 25 e 35°C e taxa de aplicação média de 0,32 kg DBO/ m^3 /dia. O efluente do filtro, operado durante 60 dias, apresentou valores médios de DBO de 38 mg/l , e DQO de 78 mg/l , correspondendo a eficiências de 79% e 73% em relação à DBO e DQO, respectivamente. A eficiência do sistema praticamente não sofreu influência da variação da qualidade do afluente ao longo do dia. O comportamento do filtro para as temperaturas de 25 e 35°C foi basicamente o mesmo, porém a 20°C as eficiências de remoção de

DBO e SS caíram sensivelmente. A produção de gás foi em média 0,027 litro por litro de esgoto afluente ou 117 l/kg de DBO afluente. Foi observado um grande aumento no nível de sulfetos no efluente.

Águas Residuárias de Indústrias de Conserva de Carnes

Foresti, Di Bernardo e Campos (06) operaram um filtro anaeróbio piloto com o objetivo de verificar a aplicabilidade desse tipo de reator para o tratamento dos efluentes líquidos do Frigorífico Bordon S.A., São Paulo, SP, e demonstraram que o filtro anaeróbio, além de ser adequado ao tratamento dos efluentes em questão, também oferece grandes vantagens no que se refere a custos, principalmente àqueles relacionados com a operação e manutenção do sistema.

Esse reator foi operado durante 5 meses, verificando-se que no final desse período a remoção média de DBO resultou da ordem de 70%, com tempo de detenção hidráulico igual a 18 horas. No início da pesquisa foram testadas diversas espessuras de leito, chegando-se posteriormente à conclusão que nas circunstâncias em que foram realizados os estudos, para esse tipo de despejo e para leito de pedra (brita n.º 4) a remoção de DBO era mais efetiva nas camadas mais próximas ao fundo, ressaltando o fato de que deveria ser projetado reator em escala de protótipo com espessura de leito não superior a pouco mais de 1,00m. O efluente do filtro anaeróbio apresentava-se clarificado, com baixos teores de sólidos sedimentáveis (dispensando decantação secundária) e não exalava maus odores.

Deve ser ressaltado que foi notada sensível tendência de aumento da eficiência do reator em função do tempo de operação, o que permitiu que se concluísse que o mesmo ainda não atingira seu estado de equilíbrio dinâmico mesmo após os 5 meses de operação. Esse fato permitiu inferir que certamente após alcançado esse estágio, a eficiência na remoção de DBO iria resultar superior ao valor atingido até então.

Encontra-se em funcionamento na cidade de São José do Rio Preto, SP, um sistema com filtro anaeróbio projetado com base em dados obtidos anteriormente.

Essa unidade encontra-se instalada em fábrica que se dedica à industrialização de carne bovina, suína e de seus derivados, produzindo mortadela, linguiça, salame, salsicha, presunto e charque (01, 04).

Esse sistema de tratamento está sendo operado há mais de 6 anos e vem apresentando eficiência global na remoção de DQO igual ou superior a 80%. O reator empregado é constituído de leito de pedra (brita n.º 4) com espessura de apenas 0,75m, com tempo de detenção hidráulico médio de 13 horas. Descargas de lodo para limpeza do fundo são efetuadas em intervalos de 2 a 3 meses, sendo que o lodo é lançado em leito de secagem convencional. A DBO média do afluente é da ordem de 2.300mg/l e o valor do pH varia de 5,8 a 7,7.

A Figura 2 apresenta um esquema das instalações de tratamento em questão. Em síntese as unidades do filtro anaeróbio obedecem as seguintes condições:

- Volume total do filtro anaeróbio: 250,0m³
- Altura do leito: 0,75m
- Índice de vazios do leito: 40%
- Área superficial total do filtro: 333,3m²
- Número de unidades: 2
- Dimensões em planta de cada unidade
- Seção: quadrada
- Lado: 12,9m

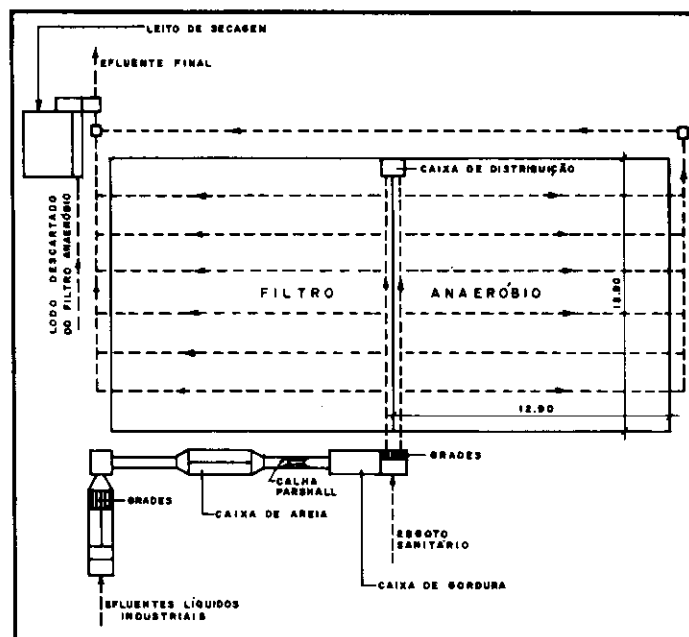
Despejos de Indústrias de Laticínios

Rodrigues *et alii* (12), em pesquisa efetuada com unidade piloto de filtro anaeróbio para tratamento de despejos líquidos

de indústria de laticínios, após 6 meses de operação, verificaram que esse tipo de reator apresenta bom desempenho na remoção de DBO e de DQO (70% a 98%) e que a camada mais próxima do fundo, com espessura de 0,40m, é responsável pela maior taxa específica de remoção da matéria orgânica. As principais características dos despejos industriais são: DBO = 842mg/l; DQO = 1.219mg/l; pH = 4,3. Apesar de o pH do afluente apresentar-se bastante ácido, nunca foi necessário efetuar a sua correção, e logo após a primeira camada (0,40m) o próprio meio se encarregava de elevá-lo, naturalmente, para valores próximos de 7,0. Para a concepção do projeto em escala de protótipo, os autores sugeriram que a altura do leito de pedras seja de até no máximo 1,20m, e o período de detenção esteja na faixa de 12 a 24 horas.

Vale destacar que a acidogênese é muito acelerada nesse tipo de despejo, fato que pode criar desequilíbrio do ecossistema e provocar a exalação de maiores odores.

FIGURA 2
Esquema do sistema de tratamento de efluentes líquidos da Fábrica de Salames Rio Preto S.A. (04).



Roda, Pawlowsky e Patza (11) estudaram durante 15 meses a degradabilidade do despejo de uma indústria de laticínios por um filtro anaeróbio em escala semipiloto (diâmetro interno = 0,15m e altura = 2,20m). Foram realizados seis ensaios com taxas de aplicação até 3,0kg DQO/m³ . dia, variando-se o tempo de detenção hidráulico de 90 a 16 horas. O filtro anaeróbio apresentou bons resultados até a taxa de carregamento de 2,5kg DQO/m³ . dia, com tempo de detenção hidráulico de 18 horas, fornecendo remoções de DQO acima de 83%. O limite hidráulico do filtro foi atingido com 16 horas de tempo de detenção na taxa de 3,0kg DQO/m³ . dia. A produção de gás foi em torno de 500 l/kg DQO removida e não houve necessidade de adição de nutrientes ao despejo, que manteve a relação DBO/N/P em 100/5/1. Um fato interessante observado pelos autores foi a formação de grânulos de lodo no filtro, semelhantes aos encontrados nos reatores de leito de lodo granular. Além disso, a presença de grânulos de lodo se relacionou com um aumento da eficiência na remoção de DQO, demonstrando que a formação de grânulos mais ativos é comum aos tipos de reatores anaeróbios de alta taxa com cultura devidamente aclimatada.

É interessante destacar que através de contatos pessoais com o Prof. Gatz Lettinga (1987), a quem se deve a difusão do emprego de reatores anaeróbios de manta de lodo, os autores do presente artigo foram informados que em seus trabalhos iniciais o pesquisador também obteve grânulos em seus filtros anaeróbios.

Despejos Líquidos de Indústria de Refrigerantes

Uma indústria de refrigerantes, situada na cidade de São José do Rio Preto, SP, vinha tratando com sucesso seus efluentes líquidos desde 1981, empregando filtro anaeróbio com leito de brita n.º 4 (espessura: 1,00m) e tempo de detenção hidráulico da ordem de 20 horas. Nos últimos anos a eficiência do sistema foi reduzida devido à sobrecarga da vazão afluente ocasionada pela ampliação da indústria. A partir de 1986, Dias, H.G. e Campos, J.R. (trabalho ainda não publicado) iniciaram um estudo deste sistema de tratamento visando conhecer todo seu potencial na degradação desse tipo de despejo. Observou-se o desempenho do filtro anaeróbio operando-o com tempos de detenção hidráulicos de 36, 24, 18, 12 e 8,5 horas.

A eficiência média de remoção da DQO bruta variou de 87% a 48%, diminuindo com o aumento da taxa de carregamento hidráulico, isto é, diminuição do tempo de detenção hidráulico.

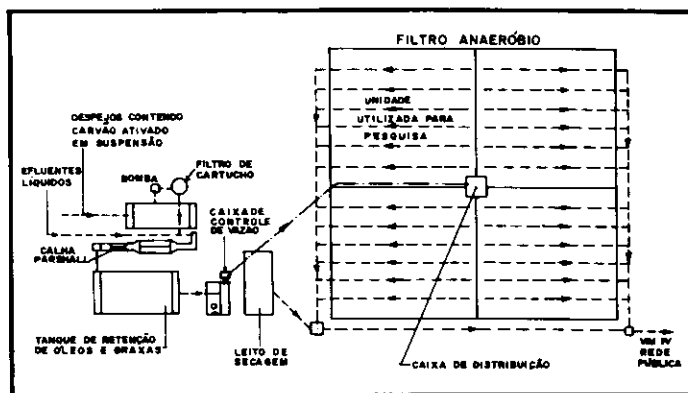
A temperatura média do meio permaneceu na faixa mesofílica (33,0 a 29,3°C), a qual oferece condições favoráveis ao desempenho do processo anaeróbio. O clima da região em que está implantado o sistema, associado às altas temperaturas dos despejos industriais (35,7 a 31,9°C) foi o responsável pela temperatura ambiente apresentada no filtro.

O pH do afluente (12,5 a 9,7) apresentou-se sempre fora da faixa recomendada pela bibliografia; entretanto, é interessante

notar que quando o reator era operado com tempo de detenção hidráulico superior a 18 horas, o próprio meio se incumbia de reduzir o pH para valores próximos aos recomendados.

A Figura 3 apresenta esquema deste sistema de tratamento (05).

FIGURA 3
Esquema do sistema de tratamento dos efluentes líquidos da Indústria de Refrigerantes Arco-Iris Ltda. (05).



Despejos Líquidos Diversos

A Tabela 1 apresenta outros resultados de pesquisas em que foi utilizado o filtro anaeróbio como sistema de tratamento.

TABELA I
Alguns resultados de pesquisas com filtro anaeróbio.

DESPEJOS	AFLUENTE (mg/l)	EFLUENTE (mg/l)	% DE REMOÇÃO	kg DE DQO m ³ . dia	TDM (h)	TEMPERATURA °C	REFERÊNCIA	POBRE
Glicose- nutrientes com binados	DQO: 1500	112 - 950	36,7 - 92,1	0,42 - 3,4	4,5 - 36	25	YOUNG E	(14)
	DQO: 3000	204 - 1105	63,0 - 93,4	0,42 - 3,4	9 - 72	25	McCARTY	
Despejos farmacêuticos	DBO: 2000	-	94	-	36	35	JENNET E RAND	(02)
Cervejaria	DQO: 6000 a 24000	220 - 2800	90	0,84 - 1,68	15 - 330	35	LOWAN E FORES	(07)
Processamento de peixe	DQO: 466	90	80,7	-	74,4	26	HULSON, PORTLAND E	(02)
	DQO: 407	102	74,9	-	38,4	23,5	PENDERGRASS	
Indústria Petroquímica	DQO: 2000 a 8000	-	10 - 13	0,64 - 2,32	72	34	MUELLER ET AL HOWIUS ET AL	(07)
Despejos de processamen to de batatas	DQO: 1358 a 2341	200 - 400	70 - 92	0,67 - 1,75	24	-	PIVELLI	(10)
Despejos de indústria de conservas alimentífeias	DQO: 61 a 641	-	80	0,1 - 1,0	16 - 24	-	PAULA JR.	(09)
Processamento do trigo	DBO: 8800	-	64	3,8	22	32	TAYLOR	(07)

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

— De maneira geral os resultados de operação de filtros anaeróbios, quer em escala de laboratório, piloto ou protótipo, têm demonstrado que esse tipo de reator oferece amplas possibilidades para tratamento de esgotos sanitários e de despejos industriais cuja carga é constituída em sua maior porção por materiais solúveis e que apresentam baixo teor de materiais suspensos. Esses últimos podem provocar problemas relacionados com o preenchimento indesejável dos interstícios do leito, dificultando a passagem das águas através do mesmo. A remoção preliminar de óleos e graxas é muito importante, no caso de despejos industriais.

— É aconselhável a construção e operação de unidade piloto antes da elaboração do projeto de qualquer reator biológico.

— Precauções especiais devem ser tomadas durante o início de operação do reator. A partida precisa ser lenta (adição gradual de despejos) e a realização de inoculação ajuda a diminuir o período de aclimação. Estrume bovino, dissolvido em água e peneirado, tem-se mostrado adequado à inoculação.

— A operação e a manutenção de filtros anaeróbios são muito simples e exigem apenas cuidados regulares com a remoção de materiais flutuantes, limpeza das bordas da unidade, remoção eventual de algas (se o reator for descoberto) e descargas regulares de lodo acumulado no fundo falso.

— Esse tipo de reator produz quantidade pequena de lodo, o que permite a efetivação de descargas em intervalos iguais ou superiores a 2 meses. Leitões de secagem convencionais podem ser utilizados para receber esse material.

— A existência de lâmina líquida sobre o leito na qual geralmente prolifera grande quantidade de algas, permite a introdução do oxigênio ao meio, de maneira que o efluente final apresenta oxigênio dissolvido como desejável, quando o sistema funciona adequadamente.

— Apesar de ainda não existirem estudos a respeito, os autores desse artigo acreditam que esse tipo de reator oferece grande potencialidade para a aquicultura na camada líquida existente sobre o leito, face à grande produção de algas e de disponibilidade de CO₂.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 — Campos, J.R., Rodrigues, B.A.S. e Foresti, E. (1985). *Emprego de filtro anaeróbio para tratamento de efluentes líquidos de indústria de conservas de carne*. I Encontro sobre tratamento anaeróbio de efluentes. Rio de Janeiro, dezembro.
- 2 — Campos, J.R. (1985). *Uso de outros tipos de reatores anaeróbios para efluentes líquidos*. Encontro de Especialistas em Digestão Anaeróbia. São Paulo.
- 3 — Dennis Jr., N.D., Jennet, J.C. (1974). *Pharmaceutical waste treatment with an anaerobic filter*. Proc. 29th Ind. Waste Conf., Purdue Univ., 36-43.
- 4 — ECTA — Engenharia, Consultoria e Tecnologia das Águas S/C Ltda. (1978). *Projeto do sistema de tratamento de águas residuárias da Fábrica de Salames Rio Preto S/A*. São Carlos, SP.
- 5 — ECTA — Engenharia, Consultoria e Tecnologia das Águas S/C Ltda. (1980). *Projeto do sistema de tratamento das águas residuárias da Refrigerantes Arco-Íris Ltda.* — São Carlos, SP.
- 6 — Foresti, E., Di Bernardo, L. e Campos, J.R. (1978). *Filtro anaeróbio piloto para tratamento das águas residuárias de uma indústria de conservas de carne*. XVI Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária. Santo Domingo, República Dominicana, fevereiro.
- 7 — Kobayashi, H.A., Stenstrom, M.K. and Mah, R.A. (1983). *Treatment of low strength domestic wastewater using the anaerobic filter*. Water Research 17 (8): 903-909.
- 8 — McCarty, P.L. (1966). *Anaerobic treatment of soluble waster. Special lecture series on advances in Water Quality Improvement*, 4-7.
- 9 — Paula Júnior, D.R. (1985). *Desempenho de um filtro anaeróbio piloto no tratamento de águas residuárias de uma indústria de conservas alimentícias*. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Janeiro, 123 p.
- 10 — Pivelli, R.P. (1983). *Filtro anaeróbio piloto para tratamento de despejos de processamento de batatas*. Dissertação de mestrado apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- 11 — Roda, L.S., Pawlowsky, U., Patza, M.G.B. (1985). *Filtro anaeróbio para tratamento de despejos de laticínios*, 13.º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Maceió, Alagoas, agosto.
- 12 — Rodrigues, B.A.S., Daniel, D.D., Vioto, S. (1986). *Aplicação de filtro anaeróbio de fluxo ascendente no tratamento de efluentes líquidos de indústria de laticínios*, I Encontro sobre Tratamento Anaeróbio de Efluentes, Rio de Janeiro, dezembro.
- 13 — Vieira, S.M.M., Sobrinho, P.A. (1983). *Resultados de operação e recomendações para o projeto de sistema de decanto-digestor e filtro anaeróbio para o tratamento de esgotos sanitários*. Revista DAE, n.º 135, 51-57, dezembro.
- 14 — Young, J.C. and McCarty, P.L. (1969). *The anaerobic filter for waste treatment*. Journal WPCF, 41 (5), 160-173.
- 15 — Young, J.C. (1971). *Factors affecting waste treatment in fixed film anaerobic processes*. Engineering Research Institute, Iowa State University, August.