

ARQUIVO TECNICO

5308
G212r
001332



04612



001332

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

02.8-01/16

RESULTADOS PRELIMINARES DE CLORAÇÃO DE EFLUENTE DE
DIGESTOR ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE TRATANDO
ESGOTOS DOMÉSTICOS

Eng.ª Tânia Mara Tavares Gasi (*)

Quim. Sonia Maria Manso Vieira(**)

Quim. Carlos Eduardo Medeiros Pacheco(***)

CURRÍCULO

(*) Engenheira Química da Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente - SUREHMA de 1974 a 1978.

Assessora Especial da CETESB na Diretoria de Tecnologia e Desenvolvimento da CETESB de 1979 a 1983 e na Superintendência de Pesquisa de Água e Resíduos a partir de 1983 exercendo atualmente Coordenação Técnica de revista científica e de Projetos de Pesquisa em Tratamento de Resíduos.

(**) Graduada em Química pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo, em 1972, Mestre em Bioquímica pela Universidade de Paris VII, França, em 1975.

Química da CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, desde 1976.

(***) Licenciatura plena em Química pela Faculdades Integradas Ibirapuera, em 1985.

Analista de laboratório pleno, da CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, desde 1985.

RESUMO

O desenvolvimento dos digestores anaeróbios de fluxo ascendente - DAFA's, e sua aplicação no tratamento de esgotos domésticos irão produzir um efluente que, em diversas situações, poderá requerer um pós-tratamento. O trabalho estabelece prioridades para este pós-tratamento e apresenta algumas noções sobre desinfecção. São apresentados e discutidos os resultados de testes de cloração do efluente de um digestor anaeróbio de fluxo ascendente piloto tratando esgotos domésticos. Os ensaios de desinfecção foram do tipo batelada, em recipiente de 10 litros, com dosagens iniciais de cloro de 5, 10 e 15 mg/l e tempos de contato de 20, 30, 40 e 60 minutos. Verificou-se a redução de coliformes totais e fecais, estreptococos fecais, cor, turbidez, amônia e sólidos suspensos. Conclui-se que os resultados foram animadores, recomendando-se a confirmação dos mesmos em escala piloto.

ENDEREÇO: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Av Prof. Frederico Hermann Jr., 345
CEP 05459 - São Paulo - SP

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manto de lodo, para tratamento de esgotos domésticos, se traduz em uma inovação tecnológica na área do saneamento. Na verdade, até o ano de 1984, não havia uma única unidade tratando esgotos sanitários em escala real no País. As primeiras instalações vêm sendo construídas e apenas agora estão entrando em operação; não causa admiração, portanto, o fato de inexistir experiência em pós-tratamento de digestores anaeróbios de fluxo ascendente. O único trabalho que se conseguiu sobre o tema, da autoria de WILDSCHUT, BEYNEKAMP e RODRIGUEZ, foi apresentado em um seminário, em Cali, em outubro de 1984. Existe literatura para o caso de despejos industriais, mas estas experiências não necessariamente se adaptam ao pós-tratamento do esgoto doméstico.

O ponto de partida para este tipo de discussão deve focalizar os objetivos do pós-tratamento. Interessava saber o que existe no efluente de um digestor anaeróbio de fluxo ascendente e o que se pretende remover. A experiência já acumulada pela CETESB com reatores piloto permite prever a existência dos seguintes parâmetros no esgoto tratado:

- (1) gases dissolvidos
- (2) nutrientes
- (3) matéria orgânica
- (4) sólidos suspensos
- (5) organismos patogênicos
- (6) cor
- (7) odor

Tendo em vista as concentrações dos constituintes acima mencionadas e sua importância relativa, foram definidas as seguintes prioridades para o pós-tratamento de efluentes de DAFA's:

- (1) imprescindível remover: organismos patogênicos
- (2) importante remover: gases dissolvidos, matéria orgânica, sólidos suspensos
- (3) interessante remover: nutrientes
- (4) irrelevante remover: cor

Quanto ao odor, é importante controlá-lo se o biodigestor estiver localizado perto de residências. No entanto, o problema de odor não se restringe ao efluente apenas, mas está associado ao sistema como um todo. Dessa forma, remover odor no efluente não significa controlá-lo completamente, embora sua remoção deva ser vista como uma vantagem adicional da unidade de pós-tratamento empregada.

Uma vez que se considerou prioritário desinfetar o efluente, um dos efluentes que é automaticamente considerado é a cloração. Dessa forma, a CETESB e a Filsan conduziram uma série de

saio de cloração com o efluente de um digestor anaeróbio de fluxo ascendente piloto, em funcionamento na CEIESB. O objetivo desses testes, que se encontram descritos a seguir, foi verificar a remoção de organismos patogênicos, principalmente bactérias, bem como eventuais reduções em matéria orgânica, nutrientes, cor e sólidos. Não foram pesquisadas formas resistentes, como larvas e ovos de protozoários por se ter verificado que ocorria uma remoção significativa das mesmas no próprio digestor.

1) NOÇÕES SOBRE DESINFECÇÃO

1.1) Objetivos e mecanismos

O objetivo da desinfecção é reduzir organismos patogênicos encontrados nos esgotos e eventualmente na água. Pode ser conseguida através do uso de (4): (1) agentes químicos; (2) agentes físicos; (3) meios mecânicos e (4) radiação.

Dentre os compostos químicos normalmente usados estão incluídos: (1) fenóis e compostos fenólicos; (2) alcoóis; (3) iodo; (4) cloro e seus compostos; (5) bromo; (6) ozona; (7) metais pesados e compostos; (8) tintas; (9) sabões e detergentes sintéticos; (10) compostos quaternários de amônia; (11) peróxido de hidrogênio; (12) álcalis e ácidos.

As características do desinfetante químico ideal seriam as seguintes (4):

- (1) toxicidade aos microorganismos (largo espectro de atividade em grandes diluições);
- (2) solubilidade (em água ou tecido celular);
- (3) estabilidade (pequena perda de ação germicida);
- (4) não toxicidade a formas superiores de vida (tóxico a organismos patogênicos e não tóxico ao homem e outros animais);
- (5) homogeneidade (solução uniforme em composição);
- (6) interação com material estranho (não deve ser absorvido por matéria orgânica);
- (7) toxicidade à temperatura ambiente (efetivo na faixa de temperatura ambiente);
- (8) penetração (capacidade de penetrar através de superfícies);
- (9) não corrosivo e não descolorante (não deve desfigurar metais ou descolorir roupas);
- (10) habilidade desodorizante (desodorizar enquanto desinfeta);
- (11) capacidade detergente (deve ter ação de limpeza para acenar a efetividade da ação desinfetante);
- (12) disponibilidade (disponível em grandes quantidades e a preços razoáveis).

Poder-se-ia incluir, nesta lista, a necessidade do processo de desinfecção poder ser construído, operado e reparado, na região em que se pretende implantá-lo, além de se ter acesso a peças de reposição.

Os fatores que influenciam a ação de desinfetantes são os seguintes (4): (1) tempo de contato; (2) concentração e tipo do agente químico; (3) intensidade e natureza do agente físico; (4) temperatura; (5) número de organismos; (6) tipos de organismos; (7) natureza do líquido que suspende os organismos.

Desses, considera-se que o tempo de contato é o parâmetro mais importante (4) e dessa forma que o mecanismo da desinfecção pode ser descrito pela lei de Chick, que na forma diferencial é dada pela equação:

$$\frac{dN}{dt} = -kN \quad \text{onde: } N = \text{número de organismos}$$
$$t = \text{tempo}$$
$$k = \text{constante (tempo}^{-1}\text{)}$$

Integrando tal equação, obtém-se:

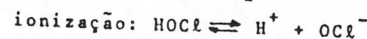
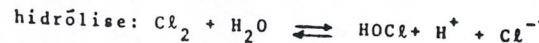
$$- \ln \frac{N}{N_0} = Kt$$

que representa uma reta. A constante k é obtida plotando-se $-\ln \frac{N}{N_0}$ versus tempo de contato, t . N_0 significa a concentração inicial de organismo.

Equações para o efeito da temperatura, do número de organismos e outros podem ser encontradas na literatura especializada.

1.2) Cloração de esgotos tratados

Quando se adiciona cloro gasoso em água ocorrem as seguintes reações (4):



As quantidades de HOCl e OCl⁻ presentes são chamadas de cloro livre disponível. A distribuição relativa dessas duas espécies é importante porque a eficiência desinfetante do HOCl é cerca de 40 a 80 vezes maior que a do OCl⁻. Por outro lado, existe uma relação entre pH, temperatura e distribuição percentual de ácido hipocloroso (HOCl) e íon hipoclorito (OCl⁻). Quanto menor o pH, maior a incidência de HOCl.

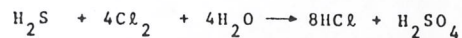
Os esgotos domésticos tratados através de digestores anaeróbios de fluxo ascendente contêm substâncias que reagem com o cloro, a saber: H₂S, metano, amônia, matéria orgânica entre outros. O cloro combina-se com a amônia para formar monocloramidas, dicloraminas e tricloro de nitrogênio (ou tricloraminas), conforme reações abaixo:





Normalmente, as espécies mais abundantes são a mono e a dicloraminas (NH_2Cl e NHCl_2) que possuem um poder desinfetante muito menos eficiente que o ácido hipocloroso (HOCl) e o íon hipoclorito (OCl^-); são chamadas de cloro combinado disponível.

A reação com H_2S é a seguinte (3):



O cloro também reage com matéria orgânica complexa, formando moléculas menores até que se chegue ao clorofórmio, CHCl_3 . Existe a possibilidade de formação de clorometano (CH_3Cl) e diclorometano (CH_2Cl_2); esses compostos, entretanto, são demasiadamente voláteis e por isso pouco sujeitos à detenção pelos métodos analíticos usuais para halometanos.

Dessa forma, na desinfecção de esgotos, tratados ou não, perde-se uma quantidade do cloro adicionado em reações secundárias, que não visam a desinfecção; a este fenômeno denomina-se demanda de cloro.

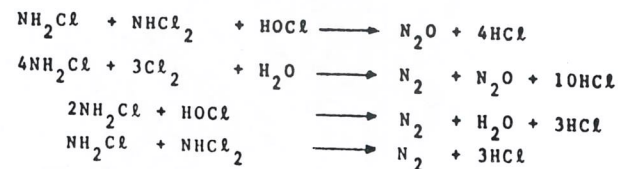
Por outro lado, o cloro residual significa a concentração do halogênio que permanece após um certo tempo, durante a qual a demanda foi satisfeita. Este cloro residual poderá estar combinado (na forma de cloraminas e outros compostos orgânicos nitrogenados) ou livre (quando se encontra como ácido hipocloroso ou íon hipoclorito) (3,4).

1.3) Cloração ao "break-point"

O fenômeno que ocorre ao se adicionar cloro a um esgoto contendo amônia pode ser explicado pela figura 1.

Quando se adiciona cloro, o material facilmente oxidável (Fe^{2+} , Mn^{2+} , H_2S , matéria orgânica) reage com o mesmo, reduzindo a maior parte do cloro ao íon cloreto (ponto A) (4). Após a satisfação da demanda imediata, o cloro continua a reagir com amônia formando cloraminas, entre pontos A e B. Entre o ponto B e o "break-point", parte das cloraminas será convertida a tricloroamina, enquanto que o remanescente será oxidado a óxido nitroso e nitrogênio, com formação do íon cloreto. Continuando-se a adição de cloro, praticamente todas as cloraminas serão oxidadas no "break-point".

As reações que possivelmente ocorrem são:



Após destruição da amônia originalmente presente, a adição de mais cloro se traduzirá em cloro livre disponível.

Apesar da formação do ácido clorídrico, a alcalinidade presente no esgoto poderá determinar alterações desprezíveis no pH.

Ressalte-se que, a presença de outros compostos que reagem com cloro pode alterar significativamente o formato da curva na figura 1.

2) MATERIAIS E MÉTODOS

2.1) Caracterização do efluente

Utilizou-se o efluente de um digestor anaeróbio de fluxo ascendente tratando esgotos domésticos, com capacidade útil de 106 l, ou seja, em escala piloto (1).

Para os ensaios de cloração foi coletada uma amostra do efluente desse digestor piloto que apresentou as seguintes características:

coliformes totais = $8,0 \times 10^7$ org/100ml
coliformes fecais = $1,7 \times 10^7$ org/100ml
estreptococos fecais = $5,0 \times 10^6$ org/100 ml
colifagos = 29850 UFP
salmonela = ausente
pH = 6,87
DBO = 47 mg/l
DQO = 252 mg/l
cor = 120 unidades cor (Pt Cl₆)
turbidez = 53 JTU
amônia = 47,5 mg/l
SS = 95 mg/l
sólidos dissolvidos = 211 mg/l

Os métodos analíticos utilizados são os descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (6).

2.2) Condições dos ensaios

Os doze ensaios de cloração foram realizados em recipientes com cerca de 10 litros. Misturava-se o esgoto tratado com a solução desinfetante para se obter as concentrações desejadas de

cloro, conforme quadro 1. Após a adição do desinfetante, agita-se a mistura vigorosamente e deixava-se a mesma em repouso durante o tempo de contato desejado; o quadro 1 mostra, também, as concentrações de cloro utilizadas e os tempos de contato obtidos. Os tempos de contato e concentrações iniciais de cloro foram selecionados com base na literatura (2,3,4).

3) RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro 2 mostra os resultados das análises microbiológicas e físico-químicas. Os resultados das análises de trihalometanos estão apresentados no quadro 3.

3.1) Parâmetros físico-químicos

Nas condições dos ensaios pode-se observar o seguinte, em relação aos parâmetros físico-químicos:

- 1) ocorreu elevação de pH em todos os ensaios, de 6,87 para valores de 7,50 a 8,39;
- 2) houve uma pequena remoção de cor, da ordem de 17%, para todos os ensaios; obteve-se um resultado final de 100 independente da concentração de cloro usada ou do tempo de contato;
- 3) a turbidez praticamente não se alterou;
- 4) o teor de sólidos suspensos variou, provavelmente devido a problemas de coleta de amostras;
- 5) houve formação de clorofórmio (CH_2Cl_2) não se detectando, outros halometanos. A concentração de trihalometanos total variou de 2,0 a 2,6 mg/l, o que é um valor bem inferior aos 100 mg/l que a legislação americana recomenda para águas potáveis. Por outro lado, pode ter ocorrido volatilização dos trihalometanos, uma vez que os ensaios foram conduzidos em recipientes abertos para a atmosfera.

3.2) Parâmetros microbiológicos

O quadro 4 mostra, para os diversos ensaios, a porcentagem de remoção de coliformes totais, coliformes fecais e estreptococos fecais. Entretanto, é também interessante verificar o valor absoluto desses parâmetros no efluente clorado, conforme indicado no quadro 2, retrocitado. Observou-se que:

- 1) o valor dos coliformes fecais no efluente após cloração variou entre 7 e $3,0 \times 10^4$ org/100 ml, correspondendo a uma eficiência de remoção de 100% e 99,9625%;
- 2) para os coliformes fecais obteve-se remoção mais acentuada, com valores absolutos de < 2 a 110 org/100 ml, equivalendo a remoções de 100% e 99,9994%. Ressalte-se que para nove dos doze ensaios a remoção foi aproximadamente de 100% (ou, acima da quinta casa decimal);

- 3) ocorreu, também, remoção acentuada de estreptococos fecais, com valores absolutos no efluente após cloração de 230 a <2, e eficiência de remoção 99,9954% a 100%.
- 4) pode-se dizer que, nas condições dos ensaios, a resistência das bactérias obedeceu à seguinte ordem:

coliformes totais > estreptococos fecais > coliformes fecais

Foi notável a suscetibilidade dos coliformes fecais, quando comparados aos totais, estando aqueles em concentrações significativamente inferiores no efluente clorado. Pode-se supor, dessa verificação, que os gêneros *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Enterobacter* são mais resistentes que o *Escherichia*. Por outro lado, os estreptococos fecais, conforme literatura especializada, são reconhecidamente mais resistentes que os coliformes fecais. É necessário ter em mente, por outro lado, que o objetivo da cloração do efluente do digestor anaeróbio é de desinfetá-lo, ou seja, destruir organismos patogênicos, e não de esterilizá-lo, destruindo todos os organismos. Dessa forma, pode-se dizer que a remoção de coliformes totais é menos significativa que a dos outros indicados;

- 5) procurou-se aplicar a teoria de Chick, ou cinética de 1ª ordem, aos dados obtidos. Verificou-se que, para os valores de estreptococos fecais e coliformes fecais, havia um aumento do número de organismos com o tempo, o que seria contrário à teoria de Chick. Na verdade, não existiria explicação para tal fato, pois é pouco provável que as bactérias citadas pudessem se reproduzir em efluente na presença de cloro e em apenas dez ou cinquenta minutos. Acredita-se que as eficiências de remoção tenham atingido um patamar, uma vez que, em todos os casos, eram bastante elevadas.

Para os coliformes totais, cujos resultados não estavam no "fim da escala" como os anteriores, foi possível aplicar a teoria desejada. O quadro 5 mostra a preparação dos dados, retratados na figura 2. Ajustando-se as retas obtidas para diferentes concentrações iniciais de cloro pelo método dos mínimos quadrados foram obtidas as seguintes equações:

$$\text{concentração inicial} = 5 \text{ mg/l}$$
$$-\ln \frac{N}{N_0} = 4,98 t + 0,14 \quad (r^2 = 1,00)$$

$$\text{concentração inicial} = 10 \text{ mg/l}$$
$$-\ln \frac{N}{N_0} = 13,83 t - 0,02 \quad (r^2 = 1,28)$$

$$\text{concentração inicial} = 15 \text{ mg/l}$$
$$-\ln \frac{N}{N_0} = 5,35 t + 0,27 \quad (r^2 = 0,94)$$



CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Resultados preliminares de cloração de efluentes de digestor anaeróbico de fluxo ascendente tratando esgotos domésticos, em ensaios do tipo batelada em escala de laboratório, para concentrações iniciais de cloro de 5, 10 e 15 ppm e tempos de contato de vinte a sessenta minutos, permitiram chegar às seguintes conclusões:

- 1) foi satisfatória a remoção de coliformes fecais (>99,9994%) e estreptococos fecais (>99,9954%). A remoção de coliformes totais foi superior a 99,99%, ressalvando-se que este indicador não é tão significativo, para fins de desinfecção, quanto os já citados;
- 2) nas condições dos ensaios, as concentrações de trihalometanos formados não são significativas;
- 3) não ocorreram variações importantes nos parâmetros cor e turbidez;

Em resumo, os dados dos primeiros ensaios de cloração foram animadores, podendo-se recomendar o seguinte:

- 1) realizar ensaios em efluentes de digestor anaeróbico de fluxo ascendente escala real, em regime batelada e contínuo;
- 2) confirmar os dados de remoção de bactérias patogênicas e verificar remoção de vírus e formas resistentes (se essas estiverem presentes no efluente de digestores maiores);
- 3) investigar, com maior profundidade, a formação de cloraminas e a cloração ao "break-point";
- 4) confirmar os dados de formação de trihalometanos, em particular a de clorofórmio;
- 5) analisar DBO e DQO no efluente clorado;
- 6) verificar problemas operacionais;
- 7) levantar, junto à literatura especializada, os possíveis efeitos deletérios de teores de cloro residual nas fauna e flora aquáticas de corpos receptores;
- 8) verificar custos
- 9) testar a cloração após o "stripping" do efluente com ar, para remoção de gases dissolvidos e conseqüentes reduções da demanda de cloro e potencial de formação de trihalometanos.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) VIEIRA, S.M.M. Tratamento de esgotos por digestores anaeróbios de fluxo ascendente. R. DAE, 44 (139):322-8, dez. 1984.
- 2) FEACHEM, R.G. et alii. Health aspects of excreta and sullage management - a state-of-the-art review. Washington, World bank, 1980 (Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation, 3).
- 3) JORDÃO, E.P. & PESSOA, C.A. Tratamento de esgotos domésticos. São Paulo, CETESB, 1975.
- 4) METCALF & EDDY. Wastewater engineering - collection, treatment, disposal. New York, McGraw, 1972.
- 5) WILDSCHUT, L.R. et alii. Postratamiento del efluente de un reactor UASB tratando desechos domesticos. (Trabalho apresentado ao Seminário Nacional sobre Tecnologia UASB para Águas Residuais Domésticas e Industriales, Cali, out. 1984).
- 6) Standard methods for the examination of water and wastewater, 15. edição.

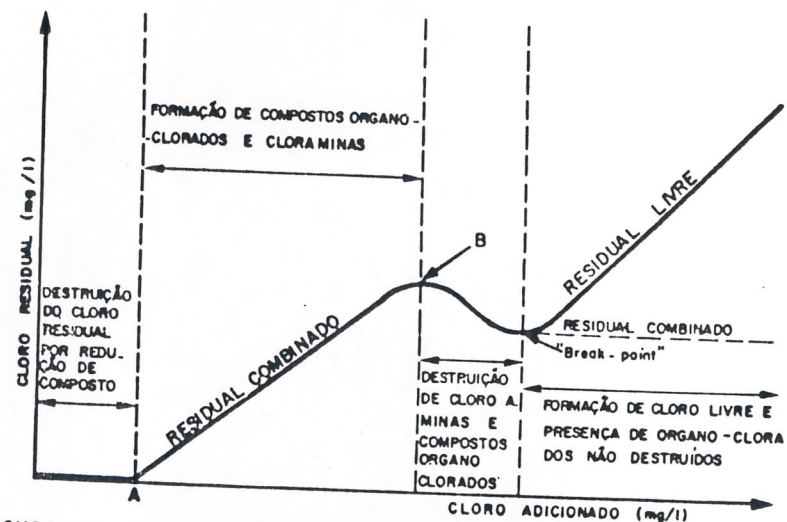


FIGURA 1 - Curva geral obtida durante cloração ao "Break-point"

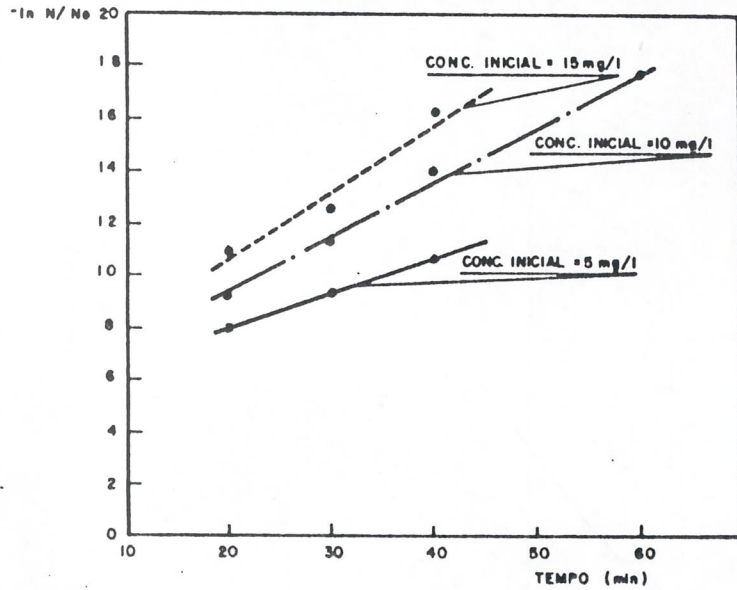


FIGURA 2 - Aplicação da lei de Chick (cinética de 1ª ordem) à remoção de coliformes totais por cloração em efluente de DAFA tratando esgotos domésticos

Quadro 1 - Caracterização dos ensaios

ENSAIO	VOLUME DE SOLUÇÃO DESINFETANTE (*) ADICIONADO (ml)	CONCENTRAÇÃO INICIAL DE Cl ₂ OBTIDA (mg/l)	TEMPO DE CONTATO (MINUTOS)
01	3,0	5	20
02	6,0	10	20
03	9,0	15	20
04	3,0	5	30
05	6,0	10	30
06	9,0	15	30
07	3,0	5	40
08	6,0	10	40
09	9,0	15	40
10	3,0	5	60
11	6,0	10	60
12	9,0	15	60

(*) Solução mãe = 16,6 mg Cl₂/ml

Quadro 2 - Resultados de análises microbiológicas e físico-químicas. Cloração de efluente de DAFA

ENSAIO	TEMPO DE CONTATO (min)	CONCENTRAÇÃO DE CLORO INICIAL (mg/l)	PH	COR (un)	TURBIDEZ (JTU)	AMÔNIA (mg/l)	SS (mg/l)	COLIFORMES TOTAIS (org/100 ml)	COLIFORMES FECALIS (org/100ml)	ESTREPTOCOCCOS FECALIS (org/100ml)	COLIFAGOS (UFP)
01	20	5	7,57	100	53	46,5	95	3,0 x 10 ⁴	110	110	745
02	20	10	7,50	100	53	-	110	8,0 x 10 ³	< 2	230	265
03	20	15	7,65	100	56	42,5	95	1,3 x 10 ³	< 2	< 2	135
04	30	5	8,11	100	54	42,5	60	8,0 x 10 ³	2	80	820
05	30	10	7,70	100	53	-	65	1,3 x 10 ³	< 2	30	10
06	30	15	8,12	100	54	-	100	280	< 2	170	25
07	40	5	7,84	100	56	-	95	1,7 x 10 ³	26	9	100
08	40	10	7,67	100	54	47,5	55	70	< 2	40	145
09	40	15	7,48	100	54	36,0	100	7	< 2	230	85
10	60	5	8,39	100	53	-	120	8,0 x 10 ³	23	230	190
11	60	10	7,70	100	53	46,5	110	2,3 x 10 ³	< 2	130	ausente
12	60	15	7,56	100	56	-	115	280	< 2	70	5

Quadro 3 - Resultados de análises de trihalometanos - Cloração de efluente de DAFA

ENSAIO	TEMPO DE CONTATO (min)	CONCENTRAÇÃO INICIAL AL CLORO (mg/l)	CLORO-FÓRMIO (ug/l)	DICLORO BROMO METANO (ug/l)	CLORO DI-BROMO METANO (ug/l)	BROMO-FÓRMIO (ug/l)	THM TOTAL (ug/l)
01	20	5	2,6	nd	nd	nd	2,6
04	30	5	2,0	nd	nd	nd	2,0
07	40	5	2,0	nd	nd	nd	2,0
10	60	5	2,0	nd	nd	nd	2,0
03	20	15	2,0	nd	nd	nd	2,0
06	30	15	2,3	nd	nd	nd	2,3
09	40	15	2,0	nd	nd	nd	2,0
12	60	15	2,0	nd	nd	nd	2,0

nd = não detectável

Quadro 4 - Porcentagens de remoção de coliformes totais e fecais e estreptococos fecais nos ensaios de cloração de efluente de DAFA

ENSAIO	TEMPO DE CONTATO (min)	CONCENTRAÇÃO INICIAL CLORO (mg/l)	% REMOÇÃO COLIFORMES TOTAIS	% REMOÇÃO COLIFORMES FECAIS	% REMOÇÃO ESTREPTOCOCOS FECAIS
01	20	5	99,9625	99,9994	99,9978
02	20	10	99,9900	100	99,9954
03	20	15	99,9984	100	100
04	30	5	99,9900	100	99,9984
05	30	10	99,9984	100	99,9994
06	30	15	99,9997	100	99,9966
07	40	5	99,9979	99,9998	99,9998
08	40	10	99,9999	100	99,9992
09	40	15	100	100	99,9954
10	60	5	99,9900	99,9999	99,9954
11	60	10	99,9971	100	99,9974
12	60	15	99,9997	100	99,9986

05.1-01/17

Quadro 5 - Preparação dos dados de remoção de coliformes totais conforme teoria de Chick

CONCENTRAÇÃO INICIAL CLORO (mg/l)	TEMPO DE CONTATO, t (min)	COLIFORMES TOTAIS, N (org/100 ml)	$-\ln N/N_0$
5	20	$3,0 \times 10^4$	7,89
5	30	$8,0 \times 10^3$	9,21
5	40	$1,7 \times 10^3$	10,76
5	60	$8,0 \times 10^3$	9,21
10	20	$8,0 \times 10^3$	9,21
10	30	$1,3 \times 10^3$	11,03
10	40	70	14,04
10	60	< 2	17,72
15	20	$1,3 \times 10^3$	11,03
15	30	280	12,56
15	40	7	16,34
15	60	280	11,03

Coliformes totais = $N_0 = 8,0 \times 10^7$ org/100 ml

ESTUDO TÉCNICO ECONÔMICO DA DESIDRATAÇÃO DO LODO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DA PENHA

Engº Flávio Ferreira Coutinho (*)

Engº Luiz de Paula Mairalles (**)

Engº Sergio Serafim (***)

CURRÍCULO

(*) Engenheiro da CEDAE

(**) Engenheiro responsável pela operação da Estação de Tratamento de Esgotos da Penha.

(***) Engenheiro responsável pela manutenção da Estação de Tratamento de Esgotos da Penha.

RESUMO

No trabalho de desidratação do lodo em uma estação de tratamento de esgotos; para se economizar no transporte, nem sempre é mais econômico a obtenção de um lodo o menos úmido possível.

A existência de áreas de aterro sanitário que possam receber este material na unidade de 80% reduz sensivelmente os custos a favor da opção centrífuga. O item transporte não representa o maior percentual na composição de custos. A unidade de 60% da torta do filtro-prensa representa a metade do volume da conseguida com a centrífuga a 80%, mas em compensação o item produtos químicos, que é o de maior percentual, aumenta consideravelmente.

Na estação da Penha foram feitos testes com os dois tipos de equipamentos, incluindo o transporte de lodo da centrífuga com 80% de unidade até o aterro sanitário e verificado a sua exequibilidade.

Com o retorno do efluente líquido deste equipamento: numa primeira etapa não se precisará usar nenhum polieletrólito como floculante. O efluente de retorno ainda sairá com uma alta taxa de ST e DBO, mas a capacidade atual dos tanques de aeração ainda poderá suportar este acréscimo de sobrecarga somente numa segunda etapa se usará os polieletrólitos.

As primeiras centrífugas instaladas apresentavam sérios problemas de desbalanceamento dinâmico, devido ao desgaste e corrosão interna por serem de aço comum, o mesmo não acontece com a segunda geração destes equipamentos que são principalmente de aço inoxidável e carbeto de tungstênio, o que lhes confere um alto grau de resistência à abrasão e corrosão.

ENDEREÇO: Av Rodrigo Otávio, 166
Bairro Gávea
CEP 22450 - Rio de Janeiro - RJ