



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

II-133 - IMPORTÂNCIA DO TEMPO DE DETENÇÃO DE LODO E INFLUÊNCIA DA TAXA DE CARREGAMENTO ORGÂNICO (TCO) NA HIDRÓLISE E ACIDOGÊNESE DE LODO PRIMÁRIO EM DIGESTORES HIDRÓLÍTICOS OPERADOS SOB REGIME DE BATELADA

André Luiz da S. S. Coelho⁽¹⁾

Doutorando da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP), Mestre em Engenharia Civil, área de concentração de Saneamento, pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

Eugenio Foresti⁽²⁾

Engenheiro Civil, Professor Titular da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP)

Endereço⁽¹⁾: Av Francisco Pereira Lopes, 2575, ap24 – Arnold Schmidt – São Carlos - SP - CEP: 13564-740 - Brasil
- Tel: (16) 3361-9677

 acoelho@sc.usp.br

RESUMO

O presente trabalho, apresenta a importância do tempo de detenção de lodo (TDL), bem como, a influência da taxa de carregamento orgânico (TCO) no desempenho de um digestor hidrolítico de lodo (DHL), operado sob regime de bateladas sequenciais, visando uma maior produção de AGV. Para isto, foi utilizado um DHL, em escala de bancada, com volume útil de 1,3 L e confeccionado em acrílico. Foram realizadas bateladas com diferentes TCO (1,7, 2,1 e 2,7 gDQO_f/gSSV_i.d), avaliando-se, o desempenho do DHL referente à produção de DQO filtrada (DQO_f), bem como, a concentração e composição dos AGV gerados no reator. Foram avaliadas, também, as taxas de hidrólise (gDQO_f/gSSV_i.d) e de acidogênese (gAGV/gSSV_i.d).

Diante dos resultados apresentados, foi possível se obter as seguintes conclusões: (1) a taxa de hidrólise foi satisfatória somente para as TCO de 2,1 e 2,7; (2) a quantidade de DQO_f obtida na hidrólise, foi proporcional a TCO aplicada no processo; (3) foi possível se obter um valor ótimo de taxa de acidogênese com TDL próximos a 2 dias; (4) a concentração de AGV produzidos foi proporcional a TCO aplicada, durante período em que a taxa de acidogênese é ótima; (5) os principais tipos de AGV produzidos na hidrólise do lodo primário foram os ácidos acético e propiônico.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo Primário, Hidrólise, Acidogênese, Detenção de Lodo.

INTRODUÇÃO

É cada vez maior a relevância dada por sanitaristas e ambientalistas à necessidade da aplicação do tratamento terciário a efluentes domésticos e industriais, visando, assim, a proteção de corpos receptores de lançamentos excessivos de macronutrientes, como nitrogênio e fósforo. Inúmeros foram os estudos realizados, nas últimas décadas, em todo o mundo, visando se obter formas cada vez mais eficientes e econômicas de se produzir, em estações de tratamento de efluentes (E.T.E), menores concentrações de nitrogênio e fósforo que possam vir a atender às exigências da legislação quanto aos padrões de lançamentos em corpos aquáticos. Estudos, já realizados, sobre o tratamento terciário, demonstraram que os ácidos graxos voláteis (AGV) se apresentaram como uma fonte de carbono ideal para este processo, tanto para a remoção de nitrogênio, como para a de fósforo. Diante disto, a partir da hidrólise do lodo produzido em decantadores primários, pode ser possível a obtenção de uma fonte de carbono ideal, como os AGV, para

a remoção biológica de nitrogênio e fósforo em E.T.E.

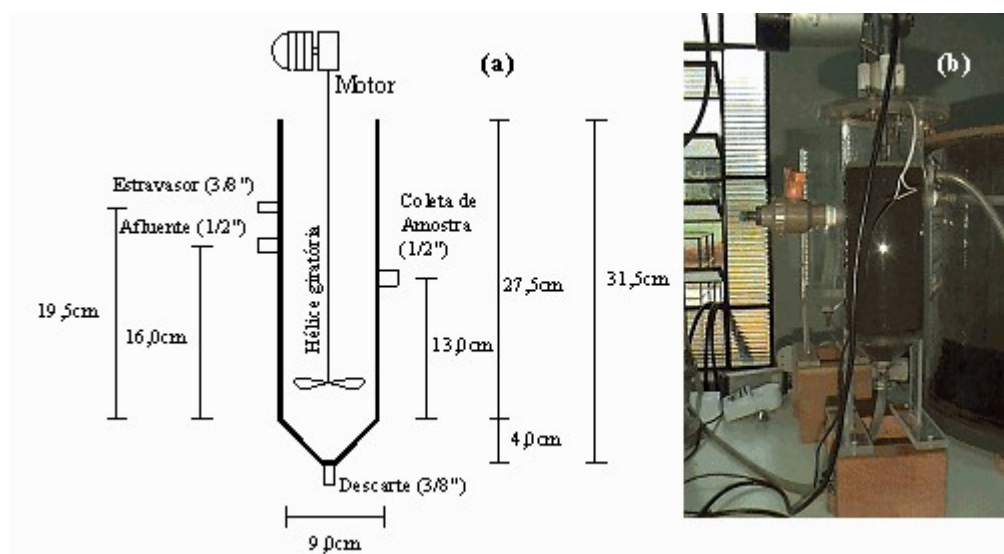
Segundo HATZICONSTANTINO *et al.* (1996), a hidrólise de lodo primário em digestores hidrolíticos de lodo primário pode enriquecer o efluente com compostos orgânicos solúveis que, quando retornados, podem servir como uma valiosa fonte de carbono para a subsequente remoção de nutrientes. Esse ponto de vista é compartilhado por MOSER-ENGELER *et al.* (1999), que concluíram que a hidrólise de lodo primário poderá melhorar a remoção de nutrientes, já que um substrato prontamente biodegradável poderá ser produzido na própria (E.T.E).

Assim, este trabalho apresenta os resultados de uma investigação que teve o intuito de analisar a importância do tempo de detenção de lodo, e, a influência da taxa de carregamento orgânico (TCO), na hidrólise e acidogênese de lodo primário, em digestores hidrolíticos operados sob regime de batelada, visando, uma consequente produção de compostos orgânicos solúveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada no período de junho a agosto de 2003 com a utilização de um digestor hidrolítico de lodo (DHL), em escala de bancada, com volume útil de 1,3 L e confeccionado em acrílico, conforme representado nas Figuras 1 (a) e (b). Foram realizadas alimentações, em bateladas, com lodo primário, e diferentes TCO (1,7, 2,1 e 2,7 gDQO_f/gSSV.d) para cada batelada, avaliando-se, diariamente, o desempenho do DHL referente à produção de DQO filtrada (DQO_f), bem como a concentração e composição dos AGV gerados no reator. Cada perfil foi encerrado quando a concentração de DQO_f passou a apresentar valores sempre descendentes, indicando que, a partir de então, a metanogênese já poderia estar predominando sobre a acidogênese. O lodo primário utilizado na pesquisa foi coletado em um decantador primário da Estação de Tratamento de Esgotos da cidade de Franca-SP. Após a coleta e transporte, o mesmo era armazenado em câmaras frias à temperatura de 4° C. As características apresentadas pelo lodo primário, em cada alimentação, são apresentadas na Tabela 1.

Figura 1: Digestor hidrolítico de lodo utilizado na pesquisa, (a) detalhes e (b) foto



O DHL era provido de agitador mecânico operando a 100 rpm, na frequência de 30 min/90 min. As determinações de DQO total (DQO_t), DQO_f, SST e SSV foram realizadas de acordo com o prescrito pela APHA (1995). A concentração e composição dos AGV foi determinada por cromatografia gasosa através de um cromatógrafo Gow-Mac com detector de condutividade térmica e coluna "Porapak Q" (2m x 1/4" - 80 a 100 mesh), utilizando-se hidrogênio a 1 m/s como gás de arraste.

RESULTADOS

As características do lodo primário utilizado, com diferentes TCO em cada batelada, são apresentadas na Tabela 1. Foi verificado que o lodo primário utilizado apresentou um alto teor de sólidos inertes, principalmente areia, atingindo em torno de 50 % dos sólidos suspensos totais (SST). No entanto, os resultados apresentados demonstraram que este fato

não afetou negativamente o desempenho do DHL na fase hidolítica/fermentativa em que foi operado.

As produções de DQO_f e AGV, ao longo do tempo de reação, foram determinadas pela diferença entre as concentrações ao longo do tempo de detenção do lodo, e as apresentadas no momento da alimentação (tempo zero). Portanto, estas produções retrataram a produção acumulada de DQO_f e AGV. As taxas de hidrólise e acidogênese, são representadas, respectivamente, pelas concentrações de DQOs e AGV, em relação à concentração de sólidos suspensos voláteis iniciais (SSV_i).

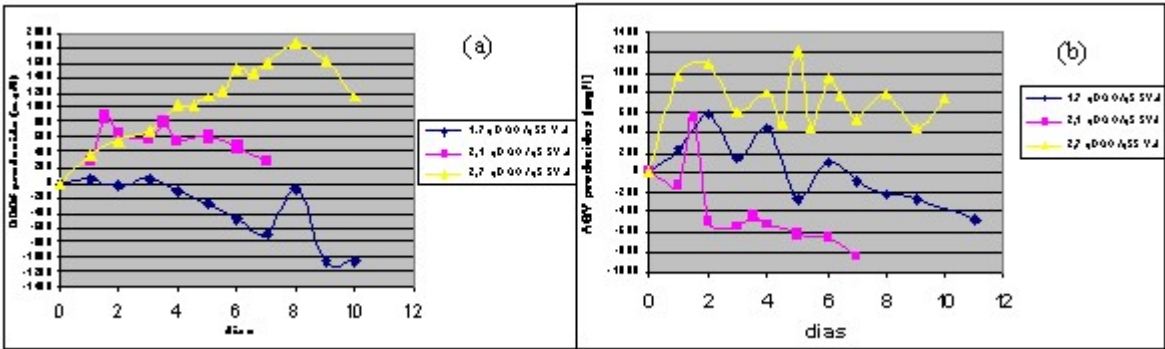
Tabela 1: Características do lodo primário em cada ensaio.

TCO (gDQO _f /gSSV.d)	DQO _t (g/l)	DQO _f (g/l)	SST (g/l)	SSV (g/l)	AGV (g/l)
1,7	44,5	2,2	70,0	34,2	0,5
2,1	46,4	2,8	56,3	29,4	1,4
2,7	56,1	2,6	52,2	27,2	0,6

A TCO teve profunda influência sobre a produção de DQO_f [Fig.2(a)]. Para o menor valor de TCO (1,7), houve pouca ou quase nenhuma produção ao longo do ensaio. Para os valores de TCO de 2,1 e 2,7, houve produção considerável. No primeiro caso, entre o segundo e o quinto dia, houve produção média da ordem de 682 mgDQO_f/l. No segundo caso, houve produção crescente até por volta do oitavo dia, atingindo-se o valor máximo de 1.840 mgDQO_f/l. Com isto ficou evidenciado que quanto maior foi a TCO, maior foi a produção de DQO_f.

Com relação à produção de AGV [Figura 2(b)], o mais importante foi verificar que, para os três casos de TCO, a produção ótima foi atingida em tempos de detenção de lodo próximos de 2 dias. Obtiveram-se concentrações de AGV da ordem de 600 mgAGV, para as TCO de 1,7 e 2,1, e de 1.000 mgAGV/l no caso da TCO de 2,7. Isto mostrou, que para tempos de detenção de lodo da ordem de 2 dias, foi possível que se alcançasse uma ótima produção de AGV, principalmente ácido acético e propiônico, como será visto posteriormente, ou seja, isto pode se tornar um importante ganho em E.T.Es para uma posterior aplicação destes substratos na remoção de nutrientes.

Figura 2: (a) Produção de DQO_f e (b) Produção de AGV.



De posse das produções de DQO_f e AGV, foi possível se relacionar as mesmas, com as taxas de hidrólise (Th) e acidogênese (Ta). Assim, como mostra a Figura 3 (a), no caso da TCO de 1,7, foram apresentadas insignificantes Th, podendo-se dizer com isto, que a hidrólise não ocorreu. Embora tenha havido produção de ácidos com a mesma TCO [Figura 2 (b)], esta, pode ser justificada por este processo ter ocorrido no material orgânico solúvel (aminoácidos, açúcares e ácidos de longa cadeia) já presente no lodo. Para as TCO de 2,1 e 2,7, de um modo geral, pode-se dizer que em torno de 4 dias, foi possível que se obtivesse satisfatórias Th. O fato de na menor TCO não ter ocorrido o processo de hidrólise, indicou que esta pode ter sido fator limitante para o processo de hidrólise.

No caso das T_a, pode-se concluir, como mostra a Figura 3 (b) que: para tempos de detenção do lodo em torno de 2 dias, foi possível que se alcance ótimos índices, um bom indicativo para uma posterior utilização dos substratos produzidos neste processo em processos de remoção de nitrogênio e fósforo de águas residuárias; e que, a T_h foi fator limitante para o processo de acidogênese.

Uma melhor forma de se analisar o desempenho de um DHL é fazendo uma análise da variação da hidrólise e acidogênese em relação à máxima alcançada. Assim, a Figura 4 apresenta este tipo de análise. Nela pode se observar que a hidrólise atingiu seu melhor desempenho, em ciclos de 4 a 6 dias, e já no ciclo de 2 dias, atingiu cerca de 80% de seu valor máximo. Com relação a acidogênese, nos ciclos entre 1 e 3 dias, houve melhores desempenhos, sendo o ciclo de 2 dias a acidogênese máxima.

Com relação à composição dos ácidos formados, como mostram as Figuras 5 (a), (b) e (c), no período onde a taxa de acidogênese se mostrou maior (2 primeiros dias), para todas as TCO aplicadas houveram a predominância dos ácidos acético e propiônico na composição dos AGV. Juntos estes ácidos corresponderam à cerca de 70 % da composição total destes compostos. Vale ressaltar que em todos os casos, houve, neste período, uma presença de aproximadamente 10 % de ácido isobutírico na composição dos AGV formados.

Figura 3: (a) Taxas de hidrólise e (b) Taxas de acidogênese

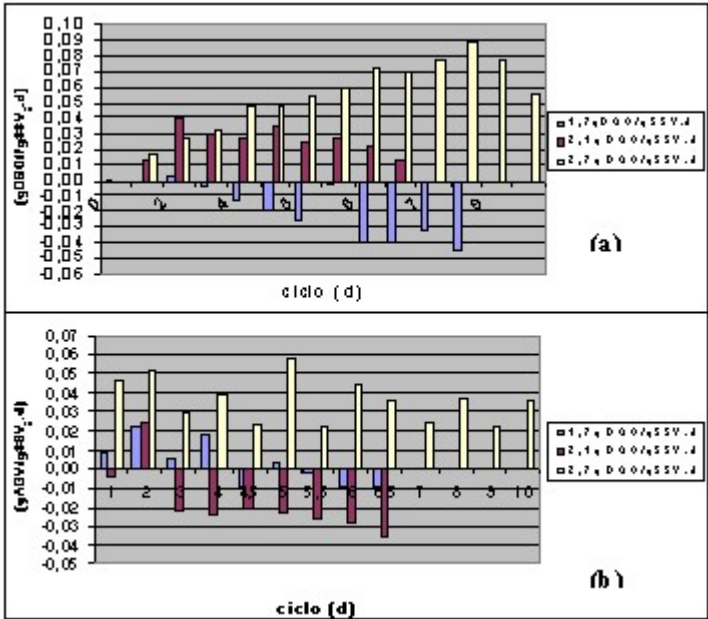


Figura 4: Variação de hidrólise e acidogênese em relação a fração máxima alcançada.

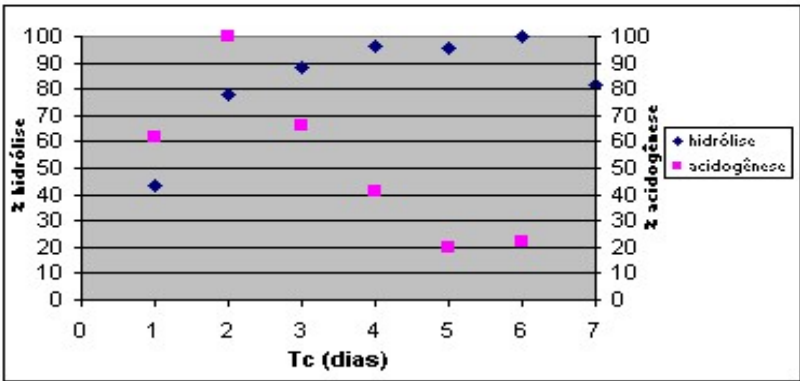
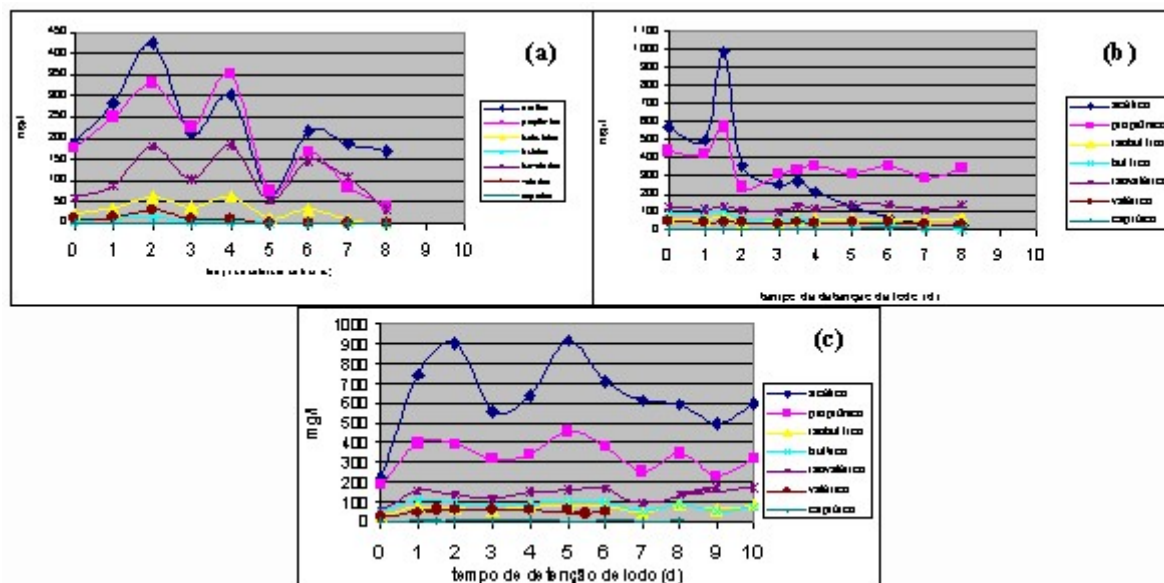


Figura 5: Composição dos AGV ao longo do tempo de retenção de lodo para TCO de: (a) 1,7, (b) 2,1, (c) 2,7



CONCLUSÕES

De posse dos resultados obtidos na presente pesquisa, foi possível obter as seguintes conclusões sob a hidrólise e acidogênese de lodo primário em digestores operados em regime de batelada: (1) uma satisfatória taxa de hidrólise pode ser obtida ao longo de 4 dias de retenção de lodo, para TCO de 2,1 e 2,7 gDQO_f/gSSV.d; (2) a quantidade de DQO_f obtida na hidrólise, é proporcional a TCO aplicada no processo; (3) é possível se obter um valor ótimo de taxa de acidogênese com tempos de retenção de lodo próximos a 2 dias; (4) a concentração de AGV produzidos é proporcional a TCO aplicada, durante período em que a taxa de acidogênese é ótima; (5) os principais tipos de AGV produzidos na hidrólise do lodo primário foram os ácidos acético e propiônico.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa de Doutorado, bem como os recursos disponibilizados pela Reserva Técnica da referida bolsa, recursos estes, responsáveis pelo custeamento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WEF. (2000). Standard methods for the examination of water and wastewater. 19a ed. Washington: American Public Health Association.
2. HATZICONSTANTINO, G. J.; YANNAKOPOULOS, P.; ANDREADAKIS, A. (1996). Primary sludge hydrolysis for biological nutrient removal. Water Science and technology. Vol 34, n. 1-2, pp. 417-423.
3. MOSER-ENGELER, R.; UDERT, K. M.; WILD, D.; SIEGRIST, H. (1998). Products from primary sludge fermentation and their suitability for nutrient removal. Water science and technology. Vol 38, n 1, pp. 265-273. DI BERNARDO, L, Comunicação pessoal sobre Técnicas de Tratabilidade, 1993/1995.