

II-374 - USO DOS PARÂMETROS ALCALINIDADE E PH COMO FERRAMENTAS NO ACOMPANHAMENTO DA PARTIDA DE SISTEMAS ANAERÓBIOS

Maria Elinalda Ribeiro Costa⁽¹⁾

Estudante de Graduação em Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFCE), *Campus* Limoeiro do Norte. Bolsista de Iniciação Científica (CNPq).

Francisca Socorro Peixoto⁽²⁾

Estudante de Graduação em Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFCE), *Campus* Limoeiro do Norte. Bolsista de Iniciação Científica (CNPq).

Weudes Bessa Menezes Cavalcante Junior⁽³⁾

Estudante de Graduação em Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFCE), *Campus* Limoeiro do Norte.

Elivânia Vasconcelos Moraes dos Santos⁽⁴⁾

Professora do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFCE) *Campus* Limoeiro do Norte

Heraldo Antunes Silva Filho⁽⁵⁾

Professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFCE) *Campus* Limoeiro do Norte

Endereço⁽¹⁾: Rua Hadoque Costa, 1144 - Quixeré- CE - CEP: 62920-000 - Brasil - Tel: (88) 9255-4604 - e-mail: maria.elinalda@gmail.com

RESUMO

A utilização de reatores anaeróbios em sistemas de tratamento de esgotos domésticos tem crescido bastante nas últimas décadas devido ao seu baixo custo e fácil operação. Porém, todo e qualquer reator biológico necessita de um acompanhamento durante a etapa de partida, afinal as bactérias precisam se adaptar ao meio e ao seu afluente, para isso são utilizados parâmetros específicos, como: TDH, velocidade ascensional, carga orgânica e biológica, além de físico-químicos. Uma das variáveis que tem se destacado no monitoramento da eficiência dos reatores anaeróbios é a alcalinidade por ácidos graxos orgânicos, conhecidos por voláteis (AGV) e o potencial hidrogeniônico (pH). Nesse sentido, esse trabalho experimental objetivou comparar os resultados de AGV e pH com os parâmetros de desempenho de um reator Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) em partida afim de verificar a eficiência e a praticidade da utilização dos parâmetros citados no acompanhamento dessa etapa inicial de aclimação do lodo de reatores anaeróbios. Os resultados mostraram que existem um acúmulo acentuado de AGV no início do processo de partida do reator, considerando ainda a não presença das bactérias metanogênicas, resultando em um acentuado rebaixamento do pH. À medida que o sistema se estabiliza existe uma redução significativa do AGV e em consequência um aumento do pH. Os resultados obtidos nesta pesquisa permitiram concluir que a operacionalização de sistemas UASB e anaeróbios em geral podem ser acompanhados de forma confiável pelos parâmetros AGV e pH, haja vista que refletem com boa correlação aspectos relativos à “idade” e à “saúde” do sistema.

PALAVRAS-CHAVE: Ácidos graxos voláteis, potencial hidrogeniônico, UASB.

INTRODUÇÃO

Reatores do tipo Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) têm como parâmetros de controle operacional o tempo de retenção de sólidos, o tempo de detenção hidráulica (TDH), as cargas volumétricas orgânicas e hidráulicas e a velocidade ascensional. A massa de sólidos na manta de lodo é parâmetro de controle do tempo de residência celular e serve para a caracterização da atividade metanogênica do processo anaeróbio.

O sistema de reatores de manta de lodo com fluxo ascendente é amplamente utilizado, em nível mundial, para o tratamento de água residuárias domésticas e industriais, em situações em que uma boa qualidade do efluente é necessária e a disponibilidade de área é limitada, **Figura 01**.

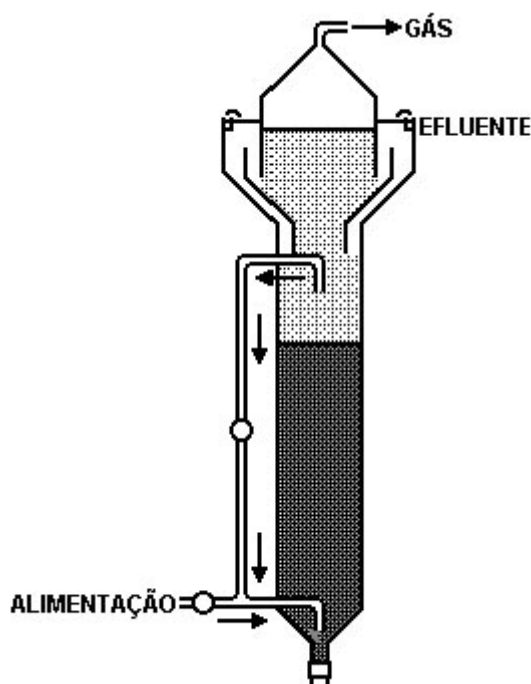


Figura 01: Reator UASB

Para esgotos sanitários que não apresentam grandes variações em sua composição físico-química, variar o TDH representa variar inversamente as cargas volumétricas, orgânicas e hidráulicas aplicadas e a velocidade ascensional (RZO-FLORES et al., 1997).

As características desse tipo de sistema são: não formação de oxigênio (sem aeração), baixa produção de lodo e lodo mais concentrado e melhores características de desidratação. Algumas das vantagens desse tipo de reator são maior simplicidade operacional, pouca dependência de operadores qualificados, fluxograma simplificado, havendo poucas unidades integrando a estação de tratamento pode ser aplicado em grandes centros urbanos, menos custo de operação e manutenção: pouca dependência de equipamentos, menos consumo energético e menos inconvenientes com manuseios e transporte de lodo, Pode ser aplicado em pequenas comunidades e menor custo de implantação: baixo requisito de área, pouca ou nenhuma demanda por equipamentos para aeração ou desidratação (CHERNICHARO, 2000).

O sistema de tratamento anaeróbio baseado em reator UASB tem sido bastante pesquisado no Brasil principalmente por ser um sistema bem adaptado às condições climáticas e operacionais disponíveis. Segundo Chernicharo (2000), o Brasil tem experiências bem sucedidas com estes reatores em diversas localidades do Paraná, São Paulo, Paraíba e Minas Gerais, sendo forte indicativo do potencial destes para o tratamento de esgotos domésticos.

Neves (2004) ressaltam, contudo, que a exploração inadequada destes reatores para o tratamento de esgotos sanitários e despejos industriais, por alguns profissionais de conhecimento deficiente a respeito do sistema depurador, levou a resultados inferiores aos prometidos, desgastando a credibilidade destes reatores junto a vários órgãos estaduais e municipais de saneamento básico e a órgãos de controle de poluição das águas.

A partida de um sistema de digestão anaeróbia é complicada devido à baixa taxa de crescimento e a sensibilidade das bactérias formadoras de metano. O número desses microorganismos na manta de lodo, isto é, na região de maior atividade metabólica do reator, é bem menor se compararmos com as bactérias formadoras de ácidos. Por isso a grande importância do inóculo utilizado na partida, pois resulta em maiores ou menores tempos de aclimação, de acordo com o grau de adaptação do lodo às características da água residuária a ser tratada. Além disso, a partida de um UASB sem utilização de inóculo pode demorar de 4 a 6 meses. Com a utilização de inóculo em quantidade inferior a 4% do volume do reator se pode alcançar período de partida de 2 a 3 semanas.

De acordo com o citado anteriormente, esse trabalho visa avaliar a eficiência de dois parâmetros (pH e alcalinidade devido à AGV) durante a operação de um reator UASB tratando esgoto doméstico com uma carga hidráulica constante.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada com o apoio do Laboratório de Controle Ambiental, localizados no IFCE, *Campus Limoeiro do Norte-CE*. Para a realização do trabalho experimental foram instalados e monitorados dois reatores UASB. Estes reatores operaram com um TDH de 11 horas e vazão de aproximadamente 48 litros por dia. Para a alimentação dos UASB era adicionada diariamente água residuária oriunda de um tanque equalizador (**figura 02**) que ficava localizado no Centro Experimental de Tratamento de Esgotos (CETE) do IFCE. Este efluente era levado diariamente até o reator com um auxílio de uma bomba como se mostra na **figura 03** que sugava o esgoto do tanque de equalização e por meio de instalações adaptadas que alimentam os reatores. A bomba era revestida com uma tela (rede de proteção) de espaçamento de 1 mm para não ter perigo de entupir com os sólidos mais grosseiros.



Figura 02: Tanque equalizador



Figura 03: Bomba de sucção

Foi montado um reator em formato de “Y” (**figura 5**) especialista no tratamento de pequenas vazões de esgoto (VAN HAANDEL e LETTINGA, 1994). O presente reator era alimentado com os esgotos providos dos banheiros e cantina da instituição. Na **tabela 01** estão listadas as características operacionais do sistema. Já na **figura 04** pode-se observar, através de uma planta baixa, a estrutura física da instituição e os pontos de coleta. O ponto onde se encontra o tanque em que fica armazenado o afluente que era coletado para alimentar os sistemas fica ao lado do bloco 10.

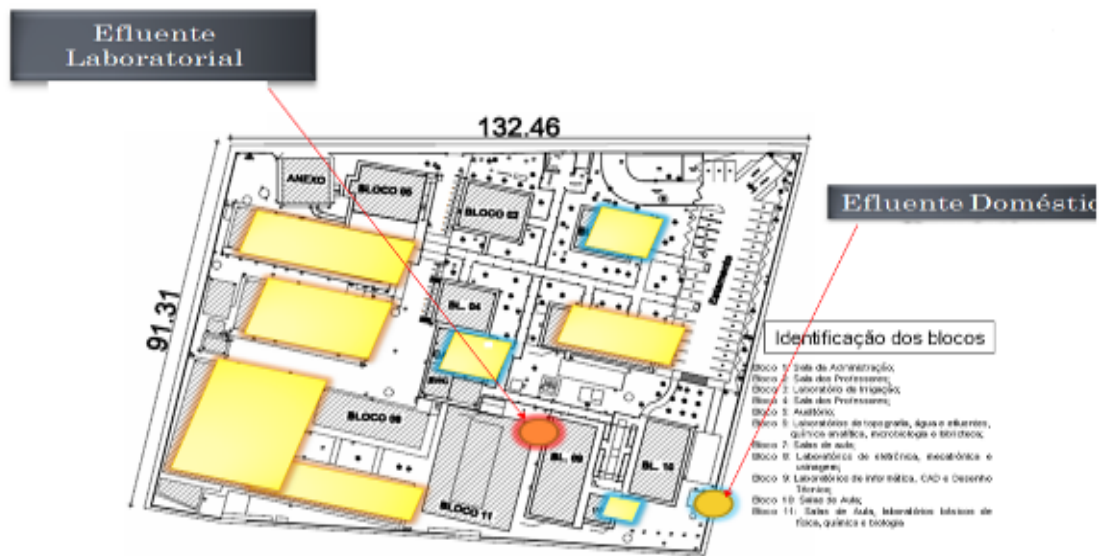


Figura 04: Identificação dos blocos do IFCE-LN, e os pontos de coleta

Tabela 01: Características operacionais do sistema.

<i>TDH</i>	<i>10 horas</i>
Vazão	48 L/d
Volume do Reator	22 L
Tamanho do Reator	2,17 m
Diâmetro	90 cm
Temperatura Média	32 °C
Comprimento do Defletor	83 cm

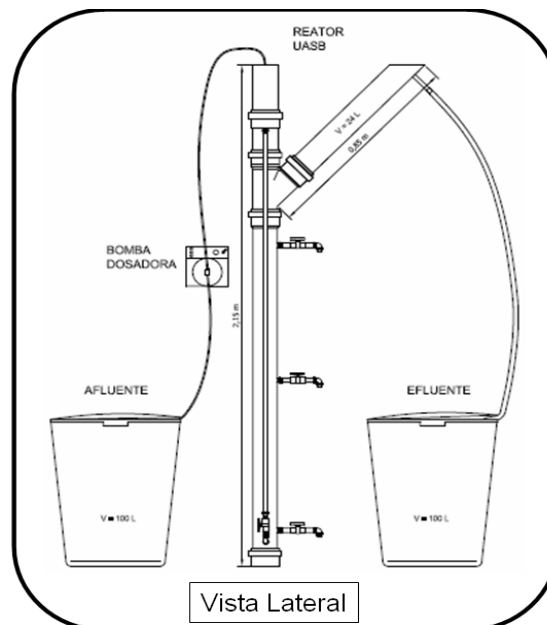


Figura 05: Sistema “Y” com um único defletor e fluxo ascendente

Para a partida do reator, foi inoculado lodo anaeróbico proveniente de um reator UASB usado no tratamento de águas residuárias que se encontram na estação de tratamento de efluentes de Limoeiro do Norte (SAAE), sistema esse, desativado **figura 06a**. Na preparação do inóculo, o lodo foi homogeneizado e em seguida utilizou-se 4 L desse inóculo.

O inóculo foi colocado no fundo do reator que atingiu a cota de um terço da sua altura e foi preenchido com água da torneira até sua metade aguardando-se 24 h para completá-lo. Após 24 h iniciou-se a introdução de esgoto bruto na entrada do reator. Já na **figura 06b** pode ser observado o lodo que foi utilizado para a partida do sistema. A quantificação da biomassa presente no lodo semi-granular em termos de sólidos e frações, baseou-se na metodologia citada em Standard Methods of Examination (APHA et al., 2005).



O afluente utilizado para alimentação contínua do reator foi água residuária tipicamente doméstica proveniente dos banheiros e cantina do Campus do IFCE-LN, com potencial hidrogeniônico (pH) médio de 8,0, concentração média de sólidos totais (ST) de 71 mg/L e com demanda química de oxigênio (DQO) total média de 400 mgO₂/L.

As águas residuárias dos banheiros dos blocos componentes da infra-estrutura do *Campus* eram coletadas 5 dias por semana para alimentação do reator e uma vez por semana para análises físico-químicas.

RESULTADOS OBTIDOS

Considerando 12 meses de operação do sistema e avaliando os parâmetros alcalinidade AGV e pH, percebe-se que o sistema atingiu o estado estacionário, ou seja encontrou-se estável, fato esse comprovado pelo consumo de AGV e valores dos dados de alcalinidade e pH (**figuras 07 e 08**).

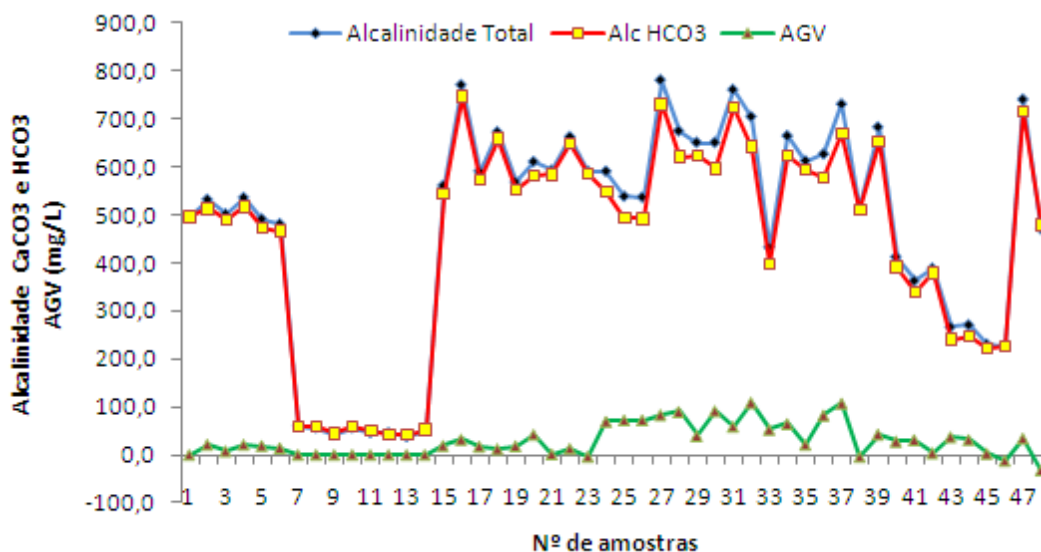


Figura 07: Resultados de alcalinidade em termos de alcalinidade total, alcalinidade HCO_3 e AGV.

O pH é um parâmetro de controle importante porque exerce influência nas reações bioquímicas que ocorrem no processo de digestão anaeróbia. Determinadas espécies de microrganismos crescem mais rapidamente em determinadas faixas de valor de pH. Em processos de digestão anaeróbia o pH deve variar entre 6,6 e 7,6 (CHERNICHARO, 2000).

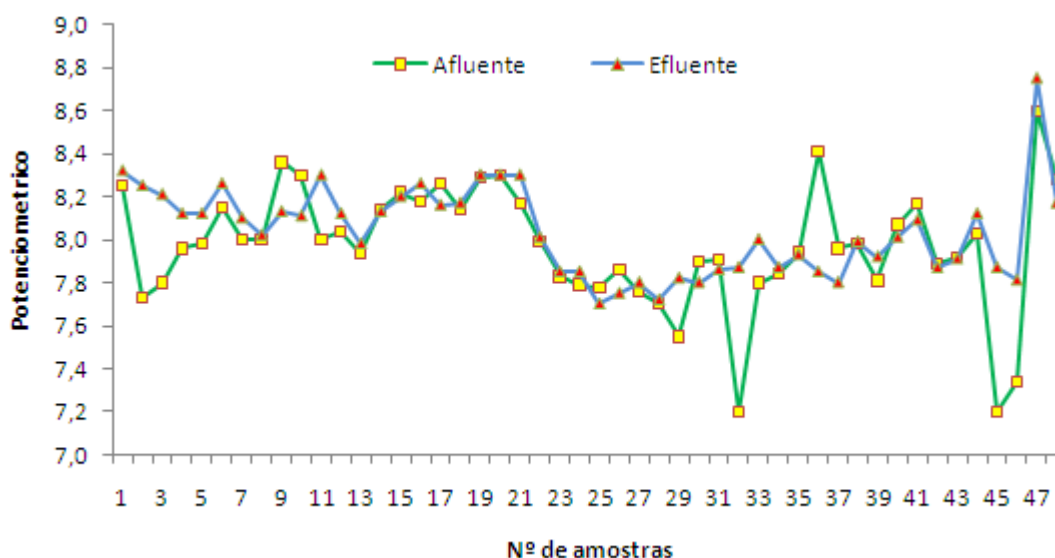


Figura 08: Resultados de alcalinidade em termos de pH.

No processo de digestão anaeróbia de compostos orgânicos existem diversos tipos de bactérias metanogênicas, sendo que o estabelecimento de um equilíbrio ecológico entre os tipos e espécie de microrganismos anaeróbios é de importância fundamental para a eficiência do sistema de tratamento. Para a avaliação desse equilíbrio ecológico utilizam-se com frequência o parâmetro ácidos graxos voláteis (AGV).

A seguir, apresenta-se uma tabela (**tabela 02**) demonstrando a média da alcalinidade total, HCO_3 , AGV e pH, seu desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV), máximo e mínimo e a amplitude dos parâmetros.

Tabela 02: Resultados obtidos para alcalinidade total, HCO₃, AGV e pH.

	Alcalinidade Total	Alcalinidade HCO ₃	AGV	pH
Média	469,8	449,2	29,8	8
DP	232,1	219,8	34,3	0,2
CV (%)	2	2	0,9	40
Máximo	780	746,1	110,3	8,8
Mínimo	38	40,7	32,9	7,7
Amplitude	742	18,3	77,4	1,1
Nº de amostras	48	48	49	48

No início do sistema as bactérias metanogênicas não estavam presentes em número suficiente, portanto não tinha a capacidade de utilizar os ácidos voláteis na mesma taxa em que era produzido pelas bactérias acidogênicas, resultando numa acumulação de ácidos no sistema. E por consequência a alcalinidade estava sendo consumida rapidamente e os ácidos livres, não neutralizados, provocaram a queda do pH, esta situação pode ser chamada de reator azedo. Como se mostra nos pontos iniciais do gráfico da **figura 08**.

Com a estabilização do reator a população de bactérias metanogênicas se encontrou presente em quantidade suficiente, e as condições ambientais no interior do reator se tornaram favoráveis, estas começaram a utilizar os ácidos intermediários tão rapidamente quanto estes iam sendo formados.

E assim, os ácidos não foram mais acumulados além da capacidade neutralizadora da alcalinidade naturalmente presente no meio, e o pH ficou em uma faixa favorável como se mostra os gráficos, ou seja, as bactérias metanogênicas e o reator anaeróbio obtiveram o equilíbrio, havendo pequenas alterações em alguns pontos quando ocorria alguma modificação até mesmo na operação do sistema, como: retiradas de amostras de lodo utilizadas para pesquisa e, paralisação da bomba em virtude de quedas de energia.

CONCLUSÕES

Houve algumas alterações com a alcalinidade, chegando a pontos em que esta chegou às condições nulas. Um dos possíveis fatores para essas condições pelo decaimento do processo de tamponação esta tamponação é o processo responsável pela estabilidade do processo de biodegradação do meio, entretanto não foi prejudicial ao sistema, pois o pH sempre manteve em uma faixa ótima, assegurando assim, que essas variações na alcalinidade total, não fossem prejudiciais.

Foi observada também uma boa estabilização e funcionamento, indicando uma eficiência no tratamento de esgotos domésticos e fácil manutenção e operação obtendo um ótimo resultado observados a partir de análises específicas de remoção de matéria orgânica.

O esgoto afluente mostrou-se suficiente para os processos bioquímicos, não apresentando grandes alterações, além disso, pode-se associar a alcalinidade elevada em alguns pontos observados na **figura 2** ao processo de amonificação que pode ser comprovado pela análise dos resultados de entrada e saída dessa variável (aproximadamente 67 mg/L e 38 mg/L, respectivamente).

E quanto ao pH encontrou-se dentro do previsto para boa atuação bacteriana, não obtendo valores abaixo de 6,0.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, DC, 21th Ed; 2005.
2. RZO-FLORES, E.; LUIJTEN M.; DONLON B. A.; LETTINGA G. e FIELD J. A. **Complete biodegradation of the azo dye azodisalicylate under anaerobic conditions**. Environ. Sei. Technol., 31, 2098-2103, 1997.

3. CERNICHARO, C. A. L. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: reatores anaeróbios**. Belo Horizonte. SEGRAC. 2000.
4. HILLS, D. J. **Methane gas production from dairy manure at high solids concentration**. Transactions of the ASAE, v. 23 (1), p.122-6. 1980.
5. LOURENÇO, A. P. M.; CAMPOS, C. M. M. Hydrodynamic behavior of a lab-scale upflow anaerobic sludge blanket reactor (UASB) operated with an adopted hydraulic retention time (HRT) of 12 hours. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 4, p.1139-1144, jul./ago. 2009.