

3.07.02 - Engenharia Sanitária / Tratamentos de Águas de Abastecimento e Residuárias

## REATOR ANAERÓBIO DE BANCADA: PROBLEMAS OPERACIONAIS E ADAPTAÇÕES

Angela M.M. Silva<sup>1</sup>, Francisca K.A Frutuoso<sup>1</sup>, Letícia L. Freire<sup>1</sup>, Francisca A. F. de Sousa<sup>2</sup>, Yannice T.C Santos<sup>3</sup>

1. Estudante de Bacharelado em Engenharia Ambiental do IFCE
2. Técnica de Laboratório - IFCE- Campus Juazeiro do Norte
3. Professora Ma/Orientadora - IFCE- Campus Juazeiro do Norte/ Orientador

### Resumo:

As tecnologias de tratamento anaeróbias têm se mostrado bastante promissoras, por apresentarem diversos pontos positivos. Os reatores UASB, vem sendo amplamente estudados, buscando-se aperfeiçoamento em suas conformações, assim melhorando os sistemas já existentes. Dessa forma, a pesquisa objetivou relatar e comparar as dificuldades dos procedimentos de aclimação de lodo anaeróbio em sistemas rudimentares de bancada. Para isso foram desenvolvidos dois reatores anaeróbios de bancada distintos, a confecção do primeiro reator consistiu em uma adaptação de um recipiente de PVC de 20 litros. Já o segundo sistema foi construído a partir de adaptações de um cano de PVC de 150 mm e um cano de PVC de 3/4" interno. Os resultados mostraram melhorias do reator 2, onde a eficiência de remoção de sólidos totais foi de 43% e 52%, e sólidos sedimentáveis de 4,82 mL e 1,13 mL, para os reatores 1 e 2, respectivamente. Os valores de pH mantiveram-se na faixa da neutralidade em ambos os sistemas.

**Palavras-chave:** Aclimação; Lodo; Estabilidade.

**Apoio financeiro:** IFCE.

### Introdução:

A adoção das tecnologias de tratamento anaeróbios vem sendo cada vez mais difusa no país, pois apresentam como pontos positivos, boa eficiência de remoção de matéria orgânica, de fácil operação e são bastante econômicas.

Diante da expansão dessas tecnologias, autores elencam particularidades na partida de reatores anaeróbios, podendo ser com ou sem o inóculo, sendo este último mais eficiente e, portanto, aconselhável. (AMARAL *et al* 2008; DE BONA 2015; BEZERRA, CAVALCANTE e VAN HANDELL, 2009) recomendam a adaptação do lodo, também conhecido como aclimação, a qual

consiste na alimentação frequente do lodo e monitorar o reator por um período que pode variar entre uma semana aproximadamente (NEVES *et al*, 2015) e seis semanas (SOUZA, 2011). A finalidade é encontrar condições ótimas para cada tipo de lodo. Dessa forma, a eficiência de remoção será mais significativa e consequentemente, sistema será mais viável.

Nesta vertente, tem-se parâmetros para aferir melhorias do sistema, como pH, sedimentabilidade dos sólidos e sólidos totais. Para Amaral (2008), o pH é um parâmetro que exerce grande influência em sistemas anaeróbios, ocorrendo na faixa de pH entre 6,0 a 8,3. Silva, Silva e Sarti (2016), ressaltam que um sistema estável com pH entre 7,2 e 7,3, apresenta boa capacidade de tamponamento do meio em sistemas anaeróbios. Döll e Foresti, (2010), elencam em casos de instabilidade do sistema, deve-se adicionar substâncias alcalinizantes, deixando o pH próximo da neutralidade. Neves *et al.*, 2015, aponta os sólidos sedimentáveis como parâmetro para determinar o índice volumétrico do lodo (IVL), sendo possível quantificar a expulsão do lodo do sistema. Campelo (2009), cita que o lodo em estado bem adaptado apresenta características granular, além de apresentar boa sedimentabilidade. Segundo Sperling (1996), a presença de sólidos nas mais diversas condições, se liberados inadequadamente em corpos d'água podem desencadear uma gama de impactos negativos, assim, tornando-se necessário uma atenção especial para este parâmetro.

A operação de sistemas anaeróbios requer aprimoramentos, sendo necessário adaptar melhorias em sistemas já existentes e/ou implementar novas metodologias. Portanto, o objetivo do estudo é relatar e comparar as dificuldades dos procedimentos de aclimação de lodo anaeróbio (UASB) em sistemas rudimentares de bancada usando como indicador os parâmetros de sólidos sedimentáveis, sólidos totais e pH.

**Metodologia:**

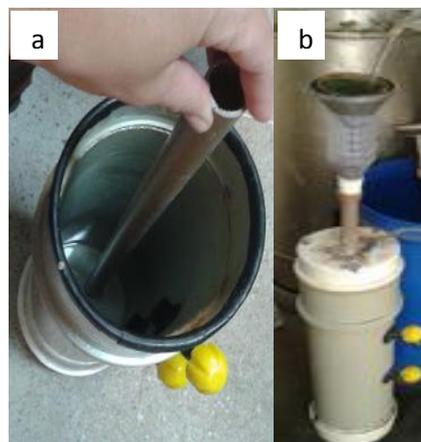
O presente trabalho cunha um experimento em escala laboratorial onde pode se dividir em duas etapas, nestas foram desenvolvidos dois reatores anaeróbios de bancada distintos, um em cada etapa, cujo experimento ocorreu em diferentes períodos do ano, sendo a 1ª etapa ocorrida nos meses de outubro a dezembro e a 2ª nos meses de janeiro a março.

A confecção do primeiro sistema foi bastante simples, versou uma adaptação de um recipiente de PVC de 20 litros, onde foi feito um orifício na parte inferior do mesmo para coleta de amostra de lodo (Figura 1a), enquanto que a retirada do efluente e alimentação do sistema era feita pela parte superior, com apenas a retirada da tampa (Figura 1b). A passagem de gás era feita por uma mangueira conectada a tampa do recipiente. Vale ressaltar que tal sistema teve um volume útil de 16 litros, sendo 4 de lodo e 12 de esgoto bruto.



**Figura 1** - (a) Sistema 1 feito da adaptação de PVC de 20 litros; (b) Esgotamento do sistema

Já o segundo sistema procurou-se fazer adaptações para melhorias na retirada do efluente e alimentação do mesmo, assim como também a escolha do melhor local para deixá-lo. Sua construção se deu a partir de adaptações de um cano de PVC de 150 mm e um cano de PVC de 3/4" interno e perfurado na extremidade de modo que pudesse facilitar a entrada efluente no interior do reator e no momento da alimentação e realizasse uma mistura completa lodo e efluente, dessa forma, buscou-se aprimorar um sistema de alimentação que proporcionasse uma entrada de fluxo ascendente, semelhante a um reator UASB, porém, em sistema de batelada. Este sistema continha uma capacidade de 9 litros, onde 3 de lodo e 6 de esgoto bruto (Figura 2).



**Figura 2** - (a) Sistema 2, feito da adaptação de um cano de PVC; (b) Alimentação do sistema

Em ambos os sistemas o lodo inoculado, foi coletado em Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) - 3 Marias tratando efluente com sistemas anaeróbios do tipo reator UASB, e o efluente bruto para alimentar ambos os sistemas foi proveniente da ETE - Malvas operando sistemas australiano do tipo lagoas, ambos localizados em Juazeiro do Norte.

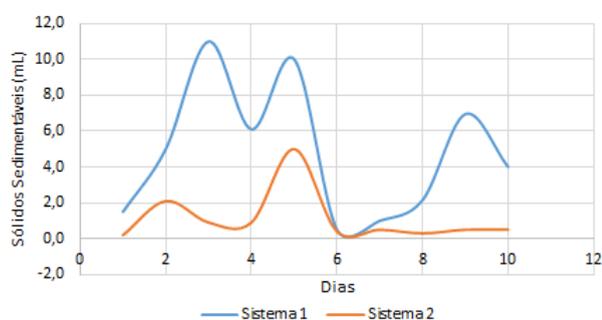
A alimentação foi realizada diariamente, com um Tempo de Detenção Hidráulica (TDH) em média de 24 horas, no momento da troca de efluente era coletado os parâmetros de temperatura, e amostras do efluente tratado era coletadas e levada para o Laboratório, onde realizou-se as análises de sólidos sedimentáveis usou-se a sedimentação em 1 hora no cone de Imhoff e de sólidos totais seguiu-se o método gravimétrico descrito por Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA *et al.*, 2012). Vale salientar que as análises foram realizadas do efluente bruto e tratado de modo a comparar a eficiência em cada parâmetro nos dois sistemas.

**Resultados e Discussão:**

Os valores de pH em ambos os sistemas estiveram próximos da neutralidade, em torno de 6,8 a 7,4, apresentando dessa forma uma boa capacidade de tamponamento, e mantendo-se dentro da faixa adequada para a digestão anaeróbia, corroborando com Souza (2011), este autor indica valores ideais de pH em processos de digestão anaeróbia entre a faixa de 6,5 e 7,5. A equivalência dos valores desse parâmetro nos sistemas, deve-se a origem do lodo e efluente bruto que são a mesma.

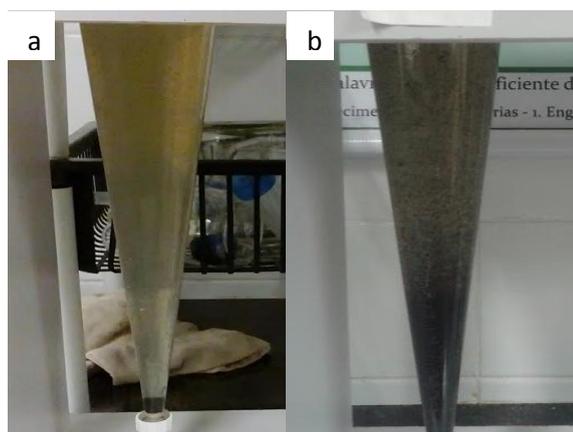
No que diz respeito aos sólidos

sedimentáveis o sistema 2 mostrou-se mais eficiente, apresentando uma sedimentabilidade média no decorrer de 10 dias de 1,13 mL, enquanto que no sistema 1 foi observado um valor de 4,82 mL (Figura 3). Neves *et al.*, (2015), apresenta os resultados de um experimento neste mesmo campo de pesquisa, onde os sólidos sedimentados em reator UASB apresentou biomassa de 0,63, contudo, o sistema consistia um tanque de acidificação e equalização-TAE e um reator anaeróbio compartimentado-RAC antecedendo o reator UASB. A partir da imagem é possível observar ainda, que o reator 2 teve menor oscilações em seus resultados e que houve uma estabilização do reator em função desse parâmetro, o que não é observado no reator 1.



**Figura 3** - Comparação entre os dados de Sólidos Sedimentáveis dos sistemas 1 e 2

Dessa forma pode-se afirmar que o sistema 2 apresentou melhorias no que diz respeito à permanência do lodo no sistema, na figura 3 é possível ver claramente que o reator 1 possuía picos de instabilidade, expulsando um volume maior de lodo.



**Figura 4** - (a) Sólidos Sedimentáveis em cone de Imhoff para sistema 1 e (b) sistema 2

Para os Sólidos Totais (ST) também o reator 2 apresentou melhorias, mostrando

maior eficiência de remoção de ST com valores médios de remoção na ordem de 52%, enquanto que o reator 1 foi observado eficiência de remoção na ordem de 43%. Essa eficiência de remoção do reator 2, corroboram com Hamerski (2012), onde encontrou eficiências médias de remoção de ST em torno de 52,8%, em seus experimentos de partida de reatores anaeróbios de fluxo ascendentes de escala laboratorial.

Tais resultados indicaram que as adaptações feitas no segundo reator foram positivas, pois observou-se maior permanência do lodo no sistema, bem como possibilitou uma menor perturbação do meio, refletindo em melhores eficiências e um alcance mais rápido da estabilidade.

Em ambos os sistemas houve problemas de vedamento, impossibilitando a quantificação indireta de produção de gás.

### Conclusões:

Pode-se constatar melhorias no reator 2 no que diz respeito a remoção de Sólidos Totais, com acréscimo em sua eficiência de 21%. Como também houve melhores resultados de Sólidos Sedimentáveis, onde de valores médios de 4,82 mL para o reator 1 passou a sedimentar apenas 1,13 mL no reator 2.

As adaptações feitas aperfeiçoaram o sistema de alimentação e esgotamento do reator, possibilitando não apenas melhorias nas eficiências de ST e SS, como também facilidade em sua operação.

Cabe ainda maiores adaptações do sistema, que possibilite o vedamento por completo do sistema, permitindo dessa forma a contabilização indireta da produção de gás no reator.

### Referências bibliográficas

AMARAL, M. C. et al. Avaliação da biodegradabilidade anaeróbia de lixiviado de aterro sanitários. **Eng. Sanitária e Ambiental**. Vol. 13. Nº 1. p. 38 - 45. 2008. Disponível em: <<http://200.239.128.16/handle/123456789/6077>> Acesso em: 03. Mar. 17.

American Public Health Association - APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22.ed. Washington D C. 2012.

BEZERRA, S. M. C.; CAVALCANTI, P. F. F.; VAN HAANDEL, A. C. **Influência do tempo**

**de detenção hidráulica sobre a auto-inoculação de um reator UASB tratando esgoto sanitário.** 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. p. 929-938. Rio de Janeiro. 1999. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/brasil20/i-165.pdf>> Acesso em: 25. Fev. 17.

CAMPELO, R. P. **Desempenho de Reatores Anaeróbios de Manta de Lodo (UASB) operando sob condições de temperaturas típicas de regiões de clima temperado.** Dissertação de Mestrado. UFRGS. 2009. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/19122/000713228.pdf?sequence=1>> Acesso em: 10. Dez. 16.

DE BONA, E. A. M. et al. **Produção e Aclimação de Inóculo para ensaio PME.** IV Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais. RJ. 2015. Disponível em: <[http://www.sbera.org.br/4sigera/files/4.12\\_ElianaA.MiraBona.pdf](http://www.sbera.org.br/4sigera/files/4.12_ElianaA.MiraBona.pdf)> Acesso em: 03. Fev. 17.

DÖLL, M. M. R.; FORESTI, E. Efeito do bicarbonato de sódio no tratamento de vinhaça em AnSBBR operado a 55 e 35°C. **Eng Sanit Ambient.** v.15. n.3. jul/set 2010. p. 275-282. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v15n3/v15n3a11.pdf>> Acesso em: 04. Mar. 17.

HAMERSKI, F. **Partida de um reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB) no tratamento de efluentes provenientes de uma indústria de laticínios.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. p. 1 - 77. Santa Maria. 2012. Disponível em: <[http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde\\_arquivos/37/TDE-2013-09-25T114329Z-4619/Publico/HAMERSKI,%20FERNANDO.pdf](http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/37/TDE-2013-09-25T114329Z-4619/Publico/HAMERSKI,%20FERNANDO.pdf)> Acesso em 10. Fev. 17.

NEVES, C. S. et al. Partida de reator anaeróbio compartimentado em série com um reator anaeróbio de manta de lodo, utilizando parâmetros de sedimentabilidade para formação da biomassa. **Eng Sanit Ambient.** v.20 n.4. p. 623-634. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v20n4/1413-4152-esa-20-04-00623.pdf>> Acesso em: 28. Fev. 17.

SILVA, J. A.; SILVA, G. H. R.; SARTI, A.

Tratamento de esgoto sanitário de baixa carga utilizando reator compartimentado anaeróbio/aeróbio em escala piloto. **Eng. Sanit. Ambient.** [online]. In press. Epub Dec 12, 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522016005009102&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522016005009102&script=sci_abstract&tlng=pt)> Acesso em: 12. Fev. 17.

SOUZA, F. A. F. **Adaptação de lodo sanitário e industrial ao tratamento do vinhoto.** Dissertação de Mestrado. Campina Grande. PB. 2011. Disponível em: <[http://www.coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public\\_401.pdf](http://www.coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public_401.pdf)> Acesso em: 10. Jan. 17.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Princípios básicos do tratamento de esgotos.** Volume 2. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.