

**II-113 - PERFIL DE CRESCIMENTO DE LODO EM REATOR ANAERÓBIO HÍBRIDO****Dayane de Andrade Lima⁽¹⁾**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental (IFCE). Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Doutoranda em Engenharia Civil - Saneamento pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora do Instituto Federal do Ceará (IFCE).

Jéssyca de Freitas Lima Brito⁽²⁾

Tecnóloga em Saneamento Ambiental (IFCE). Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Doutora em Engenharia Civil - Saneamento pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora da UniFanor.

Rosângela Maria da Silva⁽³⁾

Tecnóloga em Saneamento Ambiental (IFCE). Mestre em Tecnologia em Gestão Ambiental (IFCE). Doutoranda em Engenharia em Civil (Saneamento Ambiental) pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

Andressa da Silva⁽⁴⁾

Tecnóloga em Saneamento Ambiental (IFCE). Mestra em Engenharia Civil (Recursos Hídricos) pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Docente do Instituto Federal do Pará (IFPA).

Endereço⁽¹⁾: Avenida Coronel José Nunes, Limoeiro do Norte - CE - CEP: 62.930-000 - Brasil - Tel: (88) 99983-9406 - e-mail: dayane_eld@hotmail.com

RESUMO

À medida que são implantadas novas estações de tratamento, a produção de lodo também aumenta. A melhoria da eficiência dos tratamentos de esgoto também contribui para esse aumento, pois existe uma relação entre o grau de tratamento e a quantidade de lodo produzido. A gestão deste resíduo é um problema ambiental e sanitário muito relevante, sendo necessária a implantar medidas para dispor esse material de forma a não causar prejuízos ao meio ambiente e a sociedade. Um impasse quando se trata de sistemas de tratamento de águas residuárias é a produção de lodo. A produção de lodo responde por cerca de 50% da carga orgânica afluente aplicada e os custos com tratamento de lodo chega a custar 60% dos gastos da ETE, em sistemas de tratamento biológico, é resultante da oxidação de compostos orgânicos e inorgânicos afluentes, resultando no crescimento celular no interior do sistema. Normalmente esse crescimento da biomassa celular é representado pela concentração de sólidos suspensos voláteis. O presente trabalho visa avaliar o crescimento de lodo anaeróbio em reator anaeróbio híbrido a partir da relação carga orgânica e sólidos produzidos. O sistema experimental era constituído de um Reator Anaeróbio Híbrido foi construído em tubos de PVC com diâmetro de 0,2 m e altura de 2,0 m, sendo acoplado um Filtro Anaeróbio (FAN) sobre um reator UASB e denominado de Reator Anaeróbio Híbrido – RAH. Para avaliar o crescimento do lodo na forma aderida e dispersa, foram realizados testes de perfis de lodo, totalizando oito perfis com frequência mensal. A produção de lodo no RAH foi calculada a partir de uma estimativa da massa total, levando-se em consideração as concentrações dos sólidos totais e sólidos totais voláteis, sólidos suspensos totais, sólidos suspensos voláteis e o volume correspondente aos pontos das coletas. Foi possível avaliar o perfil do crescimento do lodo do Reator Anaeróbio Híbrido a partir da análise das diferentes frações de sólidos, como reator possuía duas configurações em um só, foi possível observar a dinâmica do crescimento de lodo no reator UASB que corroboram com o que já tem na literatura quanto a fração que corresponde aos SSV em relação ao ST. Em relação ao crescimento do lodo aderido no FAN foi observado o não desprendimento do lodo, dessa forma mostrando muito eficiente na produção de efluentes clarificados.

PALAVRAS-CHAVE: Digestão anaeróbia; Tratamento de esgoto; Crescimento de lodo.

INTRODUÇÃO

Os processos anaeróbios para tratamento de esgotos domésticos vêm sendo amplamente estudados e utilizados por apresentarem algumas vantagens, como baixa produção de lodo, baixo consumo de energia, baixos custos de implantação e operação, pequenos requisitos de área e baixos tempos de detenção hidráulica, além da produção do biogás, que apresenta potencial de ser aproveitado energeticamente por possuir elevado poder calorífico (CHERNICHARO, 2007).

Dentre os processos anaeróbios para tratamento de águas residuárias, os reatores UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) se destacam no Brasil, principalmente, devido às condições climáticas favoráveis, que permitem uma boa operação do reator por conta da temperatura de trabalho dos microrganismos atuantes (CHERNICHARO, 2007), não sendo necessária a utilização de energia complementar para aquecer o afluente, uma vez que a temperatura do esgoto doméstico permite a hidrólise suficientemente rápida de complexos orgânicos e sólidos suspensos (ZHANG *et al.*, 2013).

Uma das grandes questões quando se trata de sistemas de tratamento de águas residuárias é a produção de lodo. A produção de lodo responde por cerca de 50% da carga orgânica afluente aplicada e os custos com tratamento de lodo chega a custar 60% dos gastos da ETE.

De acordo com Metcalf & Eddy, (2016), a produção de lodo, em sistemas de tratamento biológico, é resultante da oxidação de compostos orgânicos e inorgânicos afluentes, resultando no crescimento celular no interior do sistema. Normalmente esse crescimento da biomassa celular é representado pela concentração de sólidos suspensos voláteis. Segundo Chernicharo (2007), a produção de lodo pode ser calculada através da seguinte equação:

$$Plodo = Y * CO_{DQO} \quad (1)$$

Y: coeficiente de sólidos no sistema (KgSST/KgDQO aplicada)

CO_{DQO}: carga orgânica afluente média da DQO (KgDQO aplicada/dia).

No tratamento anaeróbio de esgotos domésticos os valores de Y podem variar entre 0,1 a 0,2 KgSST.Kg⁻¹DQO aplicada em sistemas anaeróbios.

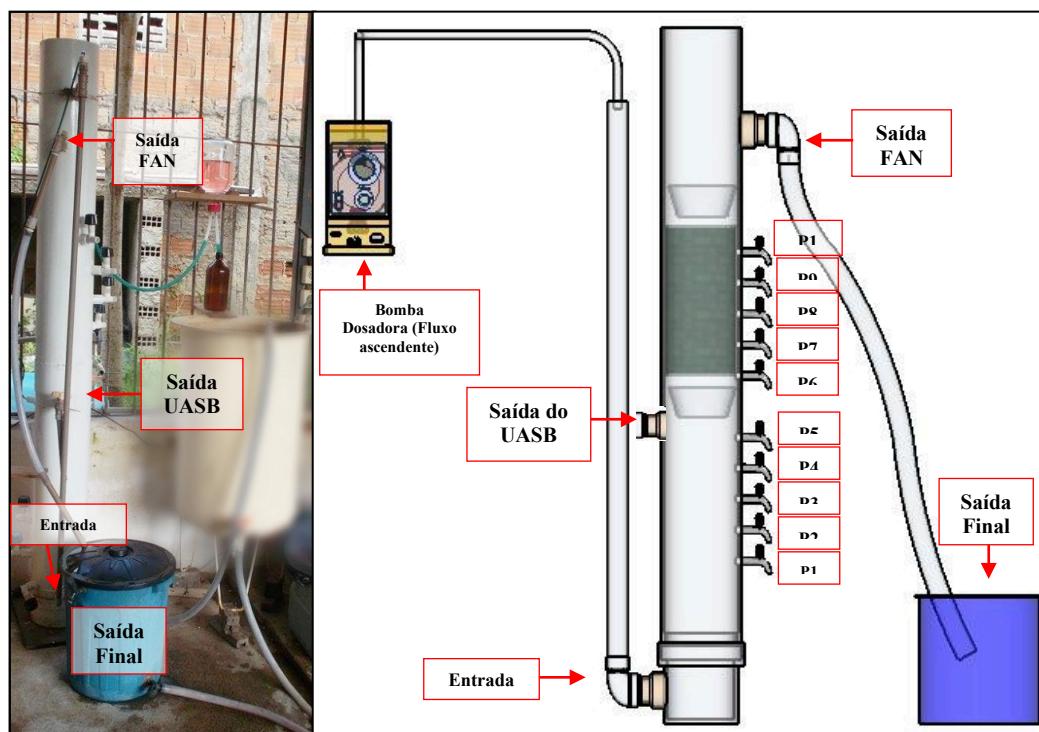
O presente trabalho visa avaliar o crescimento de lodo anaeróbio em reator anaeróbio híbrido a partir da relação carga orgânica e sólidos produzidos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema experimental foi instalado e monitorado em uma área vinculada à Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), onde estão localizadas as instalações da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES), no Bairro do Tambor na cidade de Campina Grande – PB. O esgoto sanitário utilizado foi proveniente do Interceptor Leste do sistema de esgotamento sanitário da cidade de Campina Grande, operado pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba - CAGEPA. Este transporta os esgotos sanitários da população de Campina Grande, passando pela EXTRABES.

Reator Anaeróbio Híbrido foi construído em tubos de PVC com diâmetro de 0,2 m e altura de 2,0 m, sendo acoplado um Filtro Anaeróbio (FAN) sobre um reator UASB e denominado de Reator Anaeróbio Híbrido – RAH. A parte que compreendia o UASB compreendia o volume útil de 27 litros e foi operado com Tempo de Detenção Hidráulico - TDH de 6 horas, o filtro anaeróbio acoplado ao reator UASB, compreendia o volume de 25 litros e TDH de 5,5 horas.

No filtro anaeróbio foi utilizado como meio suporte cubos de esponja de poliuretano com aresta de 0,03 m e ocupavam 0,7 m da altura do filtro; este suporte apresenta volume de vazios de aproximadamente 97%. O volume total do RAH era de 52 litros, operado com um TDH total de 11,5 horas, tratando 108 litros por dia. Na Figura 1 encontra-se uma imagem e o esquema da estrutura do sistema dimensionado e projetada em escala de bancada.

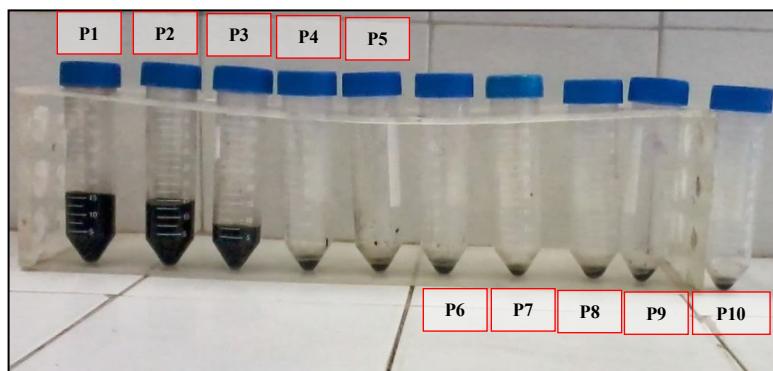
Figura 1: Reator Anaeróbio Híbrido – RAH.


O processo de alimentação utilizou-se de bomba dosadora, mantida com fluxo contínuo ascendente, adentrando a parte que correspondia ao reator UASB. Havia uma torneira de saída no UASB pela qual era possível retirar amostras de efluente deste sistema (UASB). O efluente final tratado, desaguava do sistema pela parte superior no FAN, possibilitando avaliar o desempenho do sistema nas diferentes seções.

Da mesma forma foram alocadas dez pontos de coleta de sólidos, possibilitando quantificar o crescimento do lodo disperso (UASB) e aderido (FAN) que compõem o RAH. O lodo usado como inóculo foi proveniente de um reator UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), sendo: 6,5 litros de lodo com biomassa contendo as seguintes concentrações: 48 gST.L^{-1} e 28 gSVT.L^{-1} respectivamente.

Para avaliar o crescimento dos microrganismos na forma aderido e disperso, foram realizados testes de perfis de lodo, totalizando oito perfis com frequência mensal. Nesses perfis os sólidos totais foram quantificados a partir da análise gravimétrica seguindo o método analítico padrão da APHA, 2012. Para quantificação dos sólidos suspensos as amostras eram precedidas de centrifugação a 2.000 rpm durante 15 minutos, em seguida descartava-se o sobrenadante e considerava os sólidos na parte inferior do tubo de centrifuga como a fração de sólidos em suspensão, após amostras centrifugadas, se seguia com o procedimento padrão da análise.

Na Figura 2 apresentam-se vários tubos de centrifuga com as amostras do perfil de lodo na ordem decrescente, sendo os primeiros cinco tubos referentes às amostras do UASB e os outros cinco referentes as amostras coletadas nas torneiras dispostas no FAN.

**Figura 2: Tubos de centrifuga com as amostras do perfil de lodo.**

No decorrer dos oitos meses de operação não foi feito nenhum descarte de lodo das partes constituintes do RAH, com exceção do lodo tirado para as análises dos perfis. Para essas análises foi utilizado aproximadamente 1 litro de lodo, sendo esse coletado em quantidades de 100 mililitros de cada ponto amostral.

A produção de lodo no RAH foi calculada a partir de uma estimativa da massa total, levando-se em consideração as concentrações dos sólidos totais e sólidos totais voláteis, sólidos suspensos totais, sólidos suspensos voláteis e o volume correspondente aos pontos das coletas. As amostras foram coletadas mensalmente, no período de oito meses, nos pontos de coleta que estavam localizados ao longo da altura do reator, o qual tinha área de $0,0314m^2$ ($A=\pi D^2/4$) e operou durante um período experimental de 250 dias. Com base nos dados obtidos foi possível determinar a massa de lodo, conforme a seguinte equação:

$$V_i = A \times H \quad (2)$$

V_i : volume de influência (m^3);

A : área (m^2);

H : altura de influência da camada de lodo, altura das torneiras (m).

Com os valores médios das concentrações de sólidos totais e voláteis (g/m^3) considerando o volume de influência, foram estimadas as massas de lodo no RAH durante o monitoramento do sistema experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figura 3 e 4 encontram-se os resultados das massas medidas nos oito perfis de lodo realizados em 28 semanas para cada ponto de amostragem, vale ressaltar que os primeiros cinco pontos são referentes a parte que compreendia o UASB e os cinco seguintes a parte que compreendia o FAN.

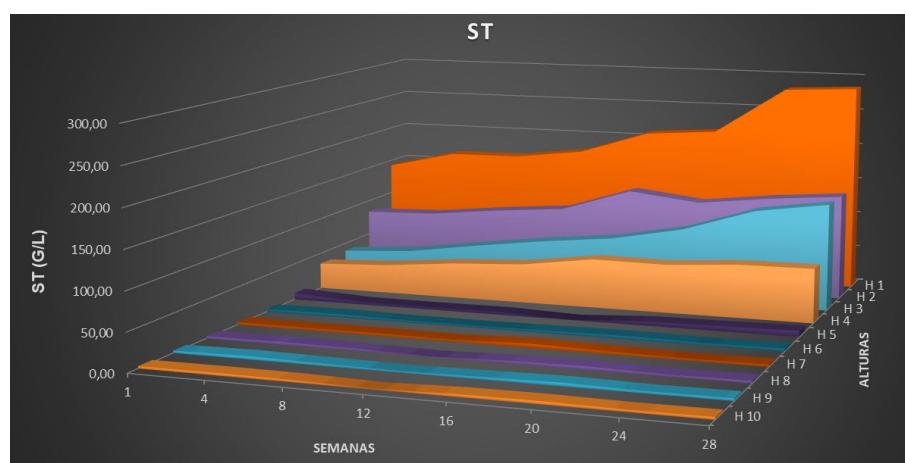
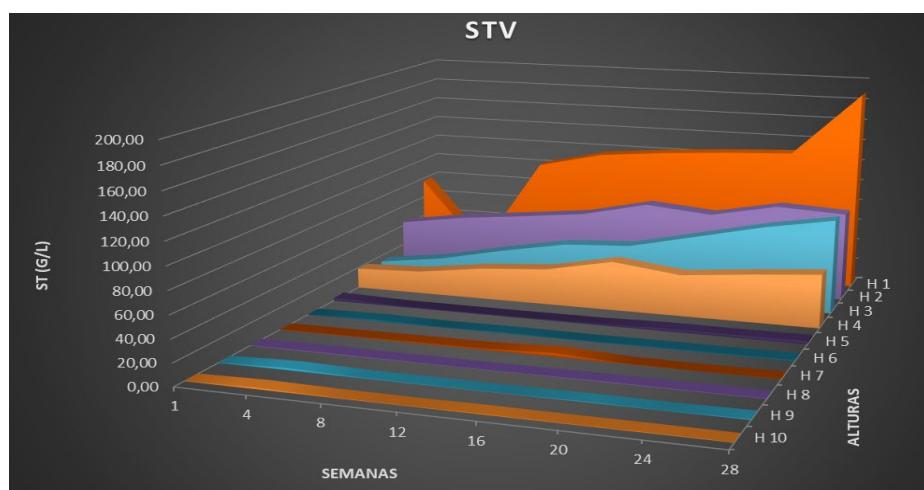
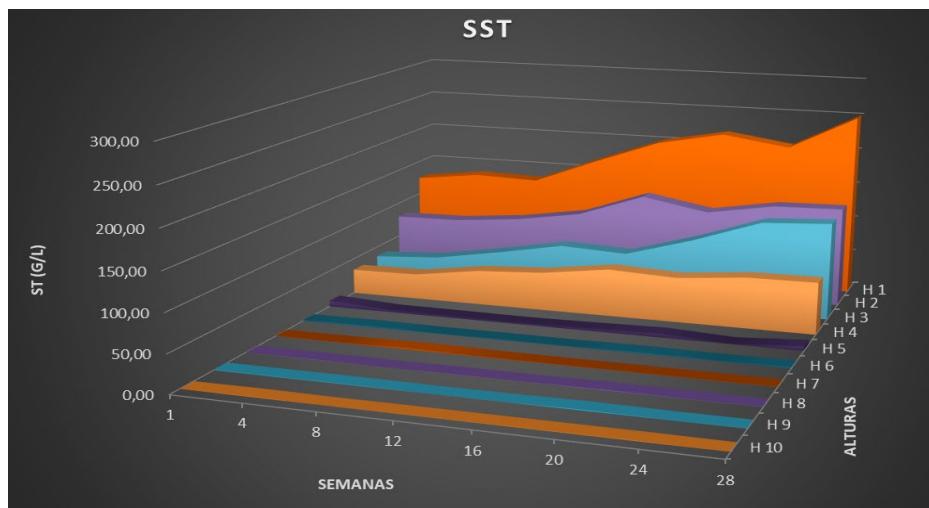
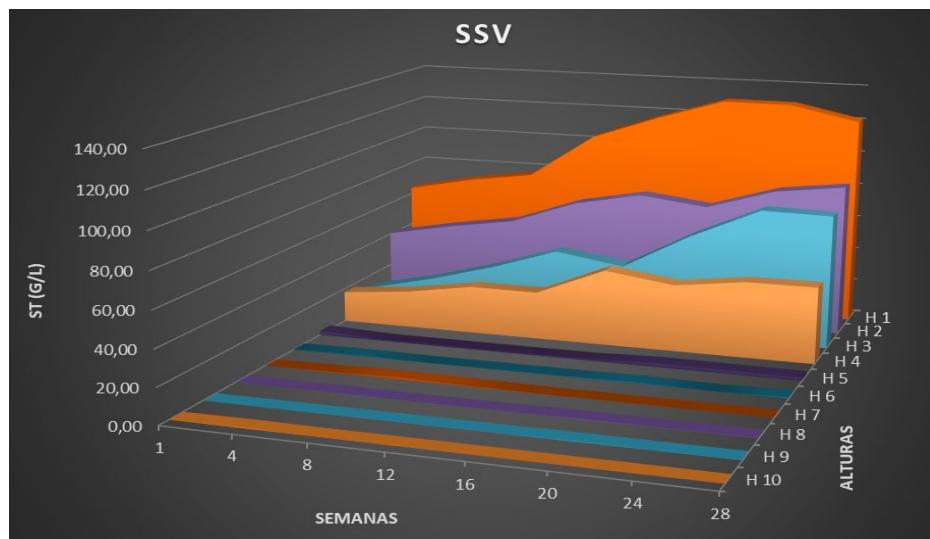
Figura 3: Sólidos Totais em cada ponto amostral do RAH.

Figura 4: Sólidos Totais Voláteis em cada ponto amostral do RAH.


Os sólidos totais – ST e os sólidos totais voláteis – STV como é possível verificar nas Figura 3 e 4 para os dez pontos coletados durante os oito meses apresentou crescimento nos cinco primeiros pontos referentes ao crescimento de lodo no UASB o crescimento do lodo anaeróbio foi mais visível e como não houve descarte de lodo no período de operação permitiu perceber a dinâmica do crescimento e sua distribuição nas diferentes frações de sólidos.

Já para os cinco pontos de coleta referentes ao lodo que cresce no FAN nota-se que os efluentes coletadas nas respectivas alturas investigadas , não desprendiam lodo em quantidades significativas, este estava imobilizado em poliuretano não sendo possível verificar o crescimento do contínuo do mesmo, contudo tem-se que o material usado para imobilização se mostrou de altíssima qualidade gerando um efluente clarificado e com baixa carga de sólidos desde o início do tratamento.

Figura 5: Sólidos Suspensos Totais em cada ponto amostral do RAH.


**Figura 6: Sólidos Suspensos Voláteis em cada ponto amostral do RAH.**

Observa-se que nos cinco primeiros pontos de amostragem, que o lodo cresceu de forma gradual e, relativamente constante para todas as frações de sólidos, o que representa a biomassa anaeróbia presente no sistema. Os demais pontos, do 6º ao 10º apresentaram resultados com comportamento diferenciado do reator UASB, por apresentar menores valores nas frações de sólidos, justificável pelo lodo imobilizado que caracteriza o filtro anaeróbio. Vale ressaltar que os resultados são referentes as massas de lodo, considerando apenas o volume de influência para cada ponto.

CONCLUSÕES

Foi possível avaliar o perfil do crescimento do lodo do Reator Anaeróbio Híbrido a partir da análise das diferentes frações de sólidos, como reator possuía duas configurações em um só, foi possível observar a dinâmica do crescimento de lodo no reator UASB que corroboram com o que já tem na literatura quanto a fração que corresponde aos SSV em relação ao ST. Em relação ao crescimento do lodo aderido no FAN foi observado o não desprendimento do lodo, dessa forma mostrando muito eficiente na produção de efluentes clarificados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC, 22th ed. 2012.
2. LIMA, D.L; SOUSA, J.T; LIMA, J.F; SOUSA; T.A.T; HENRIQUE, I.N; Tratamento de esgotos domésticos em reator anaeróbio híbrido seguido de reator com algas imobilizadas. Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales, v. 8, p. 270-285, 2015.
3. METCALF & EDDY. Wastewater Engineering: treatment, disposal and reuse. 4a ed., McGraw-Hill, New York, USA, p.1334, 2003.
4. TAWFIK, A. EL-KAMAH, H. Treatment of fruit-juice industry wastewater in a two-stage anaerobic hybrid (AH) reactor system followed by a sequencing batch reactor (SBR), Environmental Technology, 33:4, 429-436, 2012.
5. VAN HAANDEL, A. C. & LETTINGA, G. Tratamento de lodos. In: Tratamento anaeróbio de esgotos, um manual para regiões de clima quente. Campina Grande, Paraíba, cap.6. 1994