

II-478 – CONCEPÇÃO DE ETE COM VISTAS A MINIMIZAÇÃO DE PRODUÇÃO DE LODO VIA ROTA TECNOLÓGICA DE BIOMASSA IMOBILIZADA ANAERÓBIA E AERÓBIA

Rodrigo Alves dos Santos Pereira⁽¹⁾

Mestre em Processos Químicos e Bioquímicos na Escola de Química da UFRJ. Engenheiro Ambiental pela Escola de Engenharia da UFF. Especialista de Pesquisa e Tecnologia do Grupo Águas do Brasil S/A.

André Lermontov

Engenheiro Químico pela Escola de Química da UFRJ. Mestre em Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da UFRJ. Doutor em Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da UFRJ. Superintendente de Tecnologia do Grupo Águas do Brasil S/A com mais de 18 anos de experiência em saneamento ambiental, tratamento de água e efluentes.

Philippe Lopes da Silva Araujo

Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia de Bauru (FEB/UNESP). Coordenador Operacional de Esgotos da Águas de Niterói.

Moacir Messias de Araujo Junior

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Diretor Técnico da Bio Proj Tecnologia Ambiental.

Endereço⁽¹⁾: Rua Marquês do Paraná, 110 - Centro - Niterói - RJ - CEP: 24030- 211 - Brasil - Tel: +55 (21) 2729-9200 - e-mail: rodrigo.pereira@grupoaguasdobrasil.com.br

RESUMO

A busca por tecnologias inovadoras é uma atividade frequente em todos os tipos de indústrias e não poderia ser diferente no saneamento. Na busca por processos com menor áreas de implantação, consumo energético e produção de lodo, buscou-se um sistema com uso de biomassa imobilizada, de forma a favorecer o crescimento dos microrganismos responsáveis pelo tratamento de esgoto e com configuração adequada para obter reduções de custos operacionais e de implantação. Nesse intuito, foi implantada uma estação em escala real com base nessa configuração inovadora e foram monitorados os parâmetros de DBO, DQO, SST e NH_4^+ para o afluente e efluente, de maneira a avaliar a performance da unidade de tratamento de esgoto. A unidade apresentou remoções iguais ou superiores a 90% para todos os parâmetros e atingiu aos padrões de lançamento necessários segundo a legislação do estado do Rio de Janeiro. Além disso, se comparada a outras tecnologias de tratamento, a produção de lodo simulada foi inferior e variou entre 33 a 55%. Neste contexto, a solução adotada para tratamento de efluentes nessa unidade foi considerada como factível de replicação e os diferenciais interessantes frente a outras tecnologias de tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: Material Suporte, Biomassa Imobilizada, Lodo.

INTRODUÇÃO

A busca por tecnologias inovadoras é uma atividade constante no setor de saneamento, visando a redução da área de implantação, do consumo energético, da geração de resíduos sólidos e, quando possível, da mão de obra. O foco em tornar as unidades mais eficientes em diversos aspectos está diretamente relacionado com as incertezas que o setor vive, como a escassez de áreas para implantação de projetos ou a volatilidade do mercado de energia, onde as tarifas flutuam conforme a demanda.

Nessa linha de atuação, foi pesquisada e implantada uma solução para tratamento de efluentes sanitários em um município da região metropolitana do Rio de Janeiro, com destaque para redução de área utilizada para implantação de uma estação de tratamento de esgoto (ETE) e a produção de lodo inferior ao de processos convencionais de tratamento.

O processo em questão tinha como base a utilização de material suporte inerte para adesão celular, com elevada área superficial e capacidade hidrodinâmica, o que implica na elevada concentração de microrganismos nos reatores biológicos, uma vez que o fator limitante passa a ser a quantidade de substrato e não mais a área disponível para a adesão. Ainda mais, em razão da adesão dos micro-organismos ao material foi

possível trabalhar com reatores de fluxo ascensional com velocidades superiores aos processos tradicionais similares, passando a ser o limitante do processo a capacidade de conversão da matéria orgânica pelas bactérias.

A partir dessas características, foi elaborado um novo conceito de reator de fluxo ascendente com zona anaeróbia seguida de aeróbia, onde a separação das zonas reacionais era feita pelo material suporte e pelas condições aplicadas ao meio, ou seja, ausência ou presença de oxigênio dissolvido. O sistema conta ainda com um decantador externo para retenção de sólidos. Além disso, a produção de lodo esperada é inferior a de outros processo, uma vez que os micro-organismos ficam aderidos e acabam tendo tempos de retenção celular mais elevado.

Nesse contexto, objetiva-se exibir os resultados operacionais dessa unidade, que poderá ser comparado ao de outras tecnologias de tratamento de efluentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

A solução adotada para o tratamento de esgotos sanitários foi a de biomassa imobilizada com fluxo ascendente, sendo projetada com uma etapa anaeróbia seguida de uma aeróbia. O diferencial do material suporte utilizado neste caso está na sua elevada área superficial, garantida pela composição estruturada de espuma de poliuretano. Cabe ressaltar que, antes da efetiva implantação o modelo de ETE passou por testes de performance e eficiência em escala piloto na localidade onde seria instalado futuramente.

No entanto, os dados de uma ETE em escala reduzida nem sempre representam o que de fato acontece em uma estação de escala real, uma vez que os aspectos construtivos podem impactar em questões hidráulicas e de ordem hidrodinâmica. Nesse sentido, a comparação entre os resultados operacionais de uma unidade piloto e de outras plantas em escala real poderia ser desproporcional.

Para realização deste estudo, que tem o foco em apresentar a menor produção de lodo a ser descartado pelo processo de biofilme, foram monitoradas as características do esgoto bruto e do efluente tratado (DBO, DQO, SST e NH_4^+) e os dados de descarte de lodo da unidade.

RESULTADOS

A unidade projetada para atender a uma vazão média de 35 l/s, após 10 meses de operação, mostrou a capacidade de remoção de carga orgânica, conforme pode ser observado na Figura 1, sendo o indicador observado o parâmetro Demanda Química de Oxigênio (DQO). No período descrito foram observadas concentrações de DQO médias no esgoto bruto de $233 \pm 134 \text{ g/m}^3$, com um pico de 666 mg/l. Já para o efluente tratado foi observada na média uma concentração de $17,20 \pm 8 \text{ g/m}^3$, com um pico de 40 mg/l. Em termos de performance, a ETE apresentou eficiência média de 90%, sendo o máximo registrado de 97%.

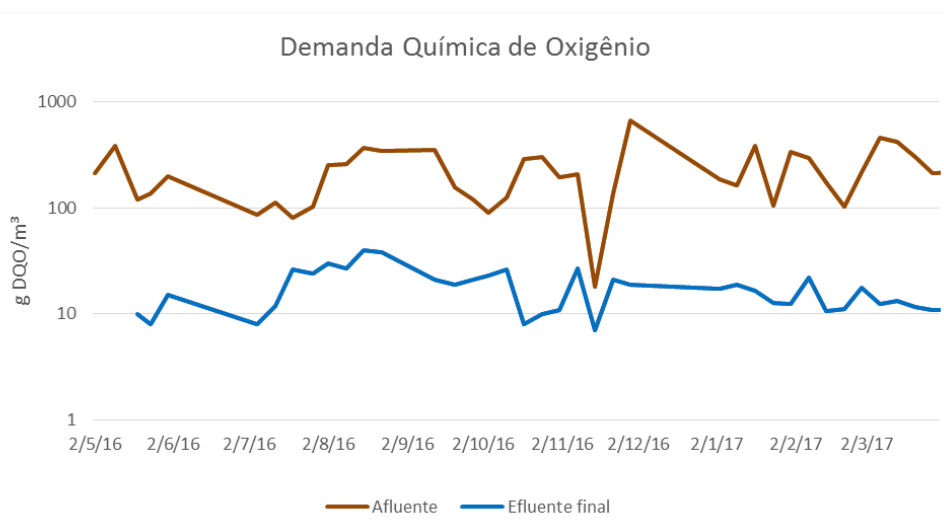


Figura 1 - DQO afluente e efluente do processo de biomassa aderida (escala logarítmica)

No entanto, o parâmetro DQO não é válido para certificar o atendimento do efluente final a legislação de lançamento de efluentes do estado do Rio de Janeiro, apesar de oferecer um retorno operacional mais rápido e conciso para tomada de decisão operacional. Por essa razão, foram realizadas de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) de forma a correlacionar com as concentrações obtidas para DQO. A relação entre as duas análises pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 - Relação DBO/DQO na ETE

	Afluente	Efluente
06/12/2016	0,46	0,33
28/12/2017	0,39	0,25
17/01/2017	0,30	0,20
31/01/2017	0,51	0,16
14/02/2017	0,48	0,19
28/02/2017	0,42	0,19
14/03/2017	0,38	0,28
28/03/2017	0,66	0,37
Média	0,45	0,24
Desvio Padrão	0,11	0,08

A relação observada na média foi de 0,45 para o esgoto afluente, o que é justificável ao observamos o período de análise que coincide com o período chuvoso, ou seja, podemos assumir que existe influência de infiltração nas redes. Mesmo assim, o resultado está situado na faixa considerada esperada para um esgoto sanitário, que fica entre 0,4 e 0,6. Com esses dados pode ser gerado um gráfico com a estimativa de DBO para o período de operação com base nos resultados de DQO, conforme mostrado na Figura 2.

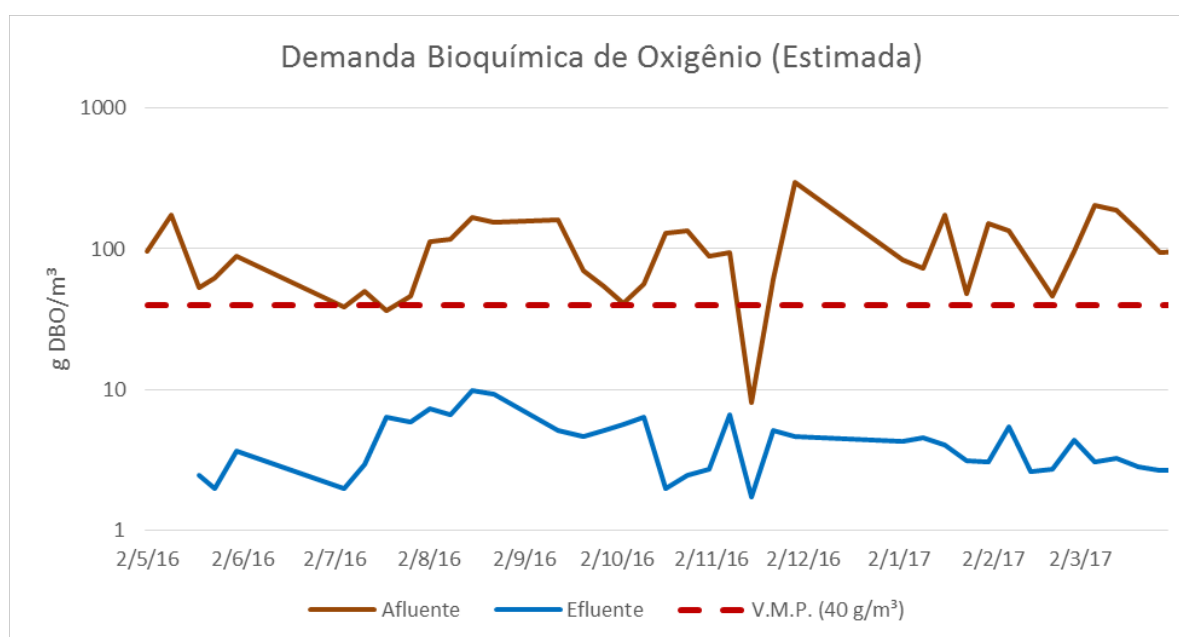


Figura 2 - DBO estimada a partir dos resultados de DQO (escala logarítmica)

A DBO é um parâmetro regulado para os lançamentos de efluentes em corpos hídricos no estado do Rio de Janeiro e o valor máximo permitido (V.M.P.) é de 40 g/m³ (ou mg/l), sendo que na Figura 2 este limite é representado pela linha vermelha tracejada. O esgoto afluente teve a concentração variando entre 105±60 g/m³ e o efluente tratado 4±2 g/m³. Dessa forma, é possível observar que os lançamentos dos efluentes não ultrapassaram em momento algum o V.M.P., sendo a eficiência obtida de 94%±4%.

A capacidade de retenção de sólidos do sistema pode ser observada na Figura 3 e é possível ressaltar que em momento algum do período operacional foram observadas concentrações efluentes superiores ao V.M.P. para

SST no estado do Rio de Janeiro. A concentração afluente de SST variou entre $152 \pm 127 \text{ g/m}^3$ e o efluente entre $7 \pm 4 \text{ g/m}^3$.

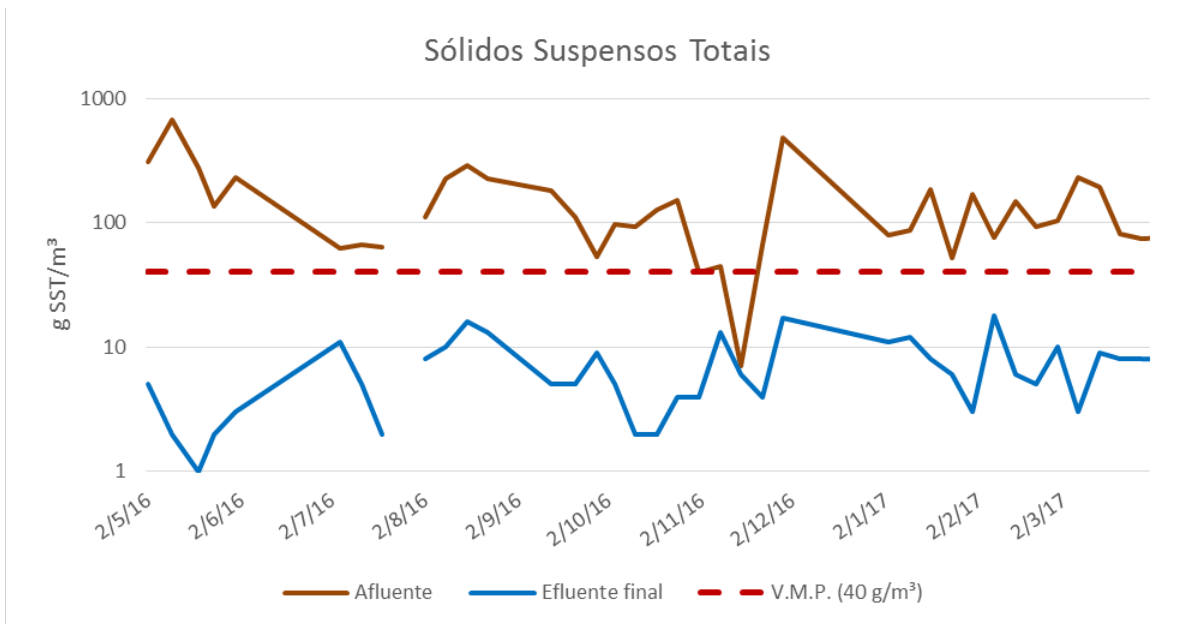


Figura 3 - Sólidos Suspensos Totais durante o período de maio/16 a março/17 (escala logarítmica)

O nitrogênio amoniacal (NH_4^+) também é um parâmetro exigido como padrão de tratamento secundário pela legislação ambiental do estado Rio de Janeiro, ficando permitido o lançamento de efluentes com concentrações de até 5 g/m^3 . A Figura 4 mostra os resultados operacionais de nitrogênio amoniacal obtidos pela unidade, podendo ser destacado que em apenas uma amostra o resultado chegou ao valor máximo permitido de 5 g/m^3 , sendo que na média o efluente apresentou concentrações de $0,83 \pm 1 \text{ g/m}^3$ e a eficiência média de remoção de 95%.

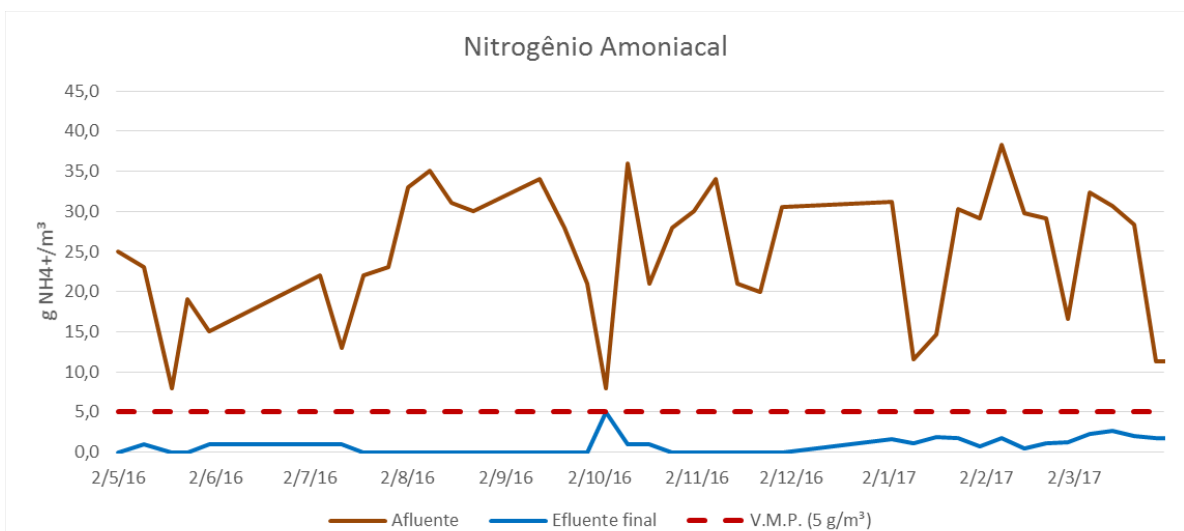


Figura 4 – Nitrogênio Amoniacal durante o período de maio/16 a março/17

Cabe ressaltar nesse ponto, que a ETE ainda não está operando com capacidade plena de 35 L/s , mas sim com cerca de 15 L/s , pois a concessionária ainda está em fase de construção e ligação das redes de clientes para coleta de esgoto sanitário. Contudo, a operação da unidade até o momento, apontou resultados interessantes na redução de produção do lodo, uma vez que a operação possui resultados consistentes e a remoção de lodo tem sido feita mensalmente com volume de 15 m^3 com concentração de sólidos da ordem de 1%.

Esses resultados preliminares são indícios de que a ETE poderá atender aos requisitos legais exigidos no estado do Rio de Janeiro, mais restritivo que de outros estados, e obter a redução de lodo esperado.

Ainda, de forma a mostrar a capacidade de redução de produção de lodo do processo, foi realizado estudo comparativo sobre a produção de lodo considerando os processos de Lodos Ativados, reatores UASB seguidos de lodos ativados, MBR e o reator com biomassa imobilizada, sendo possível conferir os resultados na Figura 5. A escala de estudo é para a vazão de 100 L/s e para realizar a comparação foram utilizados parâmetros de controle que garantissem a produção de um efluente finais com as mesmas características.

O resultado obtido aponta que o sistema com reator de biomassa imobilizada produziu cerca de 55% menos lodo que o processo de lodos ativados, 33% menos que o reator UASB seguido de lodos ativado e 41% menos que o MBR.

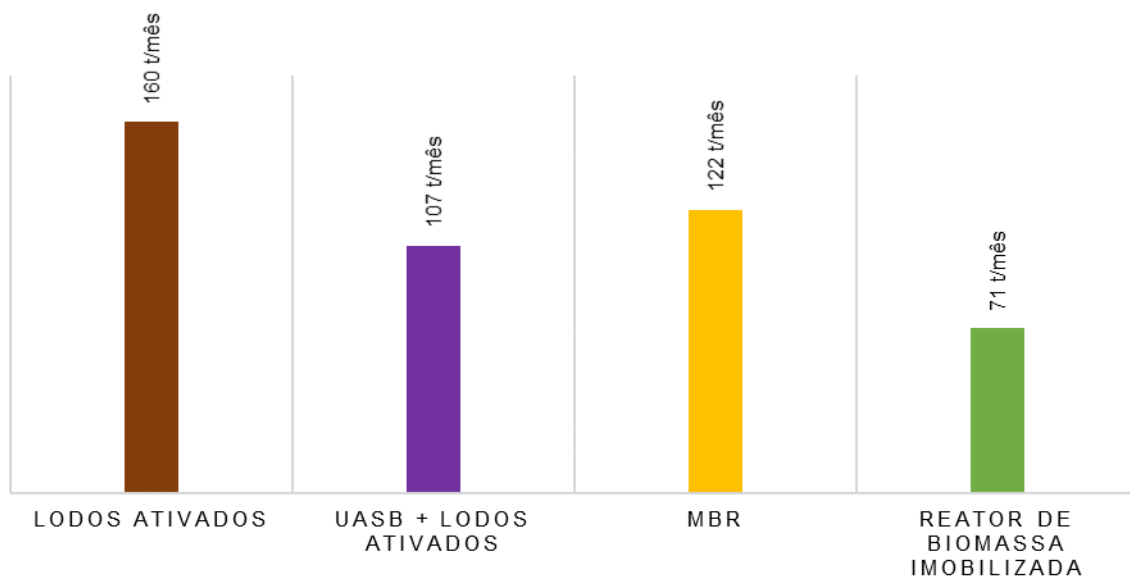


Figura 5 - Comparativo de Produção de Lodo em escala de 100 L/s.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do ponto de vista da qualidade do efluente tratado, o processo de biomassa aderida com fluxo ascendente apresentou resultados comparáveis as tecnologias consagradas de tratamento, como o lodos ativados, por exemplo. No entanto, a capacidade de reter grande quantidade de biomassa confere duas grandes vantagens ao sistema, a primeira é a facilidade de manutenção de uma elevada diversidade de organismos capazes de degradar os poluentes presentes no esgoto bruto. A segunda, está relacionada com o tempo de residências desses organismos, o que confere um grau de endogenia elevado, proporcionando um lodo estabilizado e em menor quantidade quando comparado aos processos convencionais (Figura 5).

A área necessária para implantação da ETE com o processo de tratamento descrito é cerca de 50% inferior a um processo de lodo ativado projetado com 15 dias de idade do lodo, o que torna o modelo atraente para regiões com baixa disponibilidade área. Além disso, a configuração verticalizada elimina o gás sulfídrico, responsável pelo odor desagradável, bem como os volumes reacionais também são reduzidos, uma vez que a biomassa se encontra aderida a um meio suporte e não em suspensão, o que reduz as necessidades construtivas, conferindo a essa tecnologia uma vantagem para regiões com alta densidade demográfica.

Dessa maneira, é factível considerar a solução de tratamento adotada no município tratado neste trabalho como um projeto de sucesso e que apresenta diferenças interessantes frente a outras tecnologias de tratamento. No entanto, deve ser ressaltado que projetos desse tipo ficam atrelados ao fornecimento de materiais suportes de elevada tecnologia, sendo necessária a correta especificação para que o processo seja capaz de apresentar a performance adequada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, T.L.S. Desempenho de reator anaeróbio híbrido (leito fixo e manta de lodo) tratando esgoto sanitário em escala piloto. Dissertação (Mestrado)- USP. São Carlos, 2014.
2. LERMONTOV, A., PEREIRA, R.A.S., FRERING, P.R., ARAÚJO, P.L.S.. Ampliação de uma unidade de tratamento de esgotos domésticos por aplicação de material suporte de elevada área superficial para adesão de biomassa – estudo de caso. Florianópolis. Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Ambiental e Sanitária – SILUBESA. 2016.
3. JUNIOR, M. M. DE A., LERMONTOV, A., ARAUJO, P. L. DA S., & ZAIAT, M.. Reduction of sludge generation by the addition of support material in a cyclic activated sludge system for municipal wastewater treatment. *Bioresource Technology*, 143, 483–489. 2013.