

3.07.02 – Engenharia Sanitária / Tratamentos de Águas de Abastecimento e Residuárias.

TRATAMENTO BIOLÓGICO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS EM FILTRO BIOLÓGICO DE FLUXO DESCENDENTE UTILIZANDO PNEU TRITURADO COMO MATERIAL SUPORTE

João Victor Tenório Silva Santos^{1*}, Leandro Marinho Damasceno¹, Rafael Alves da Silva¹, Rafael Silva Pereira de Santana¹, Rafael Santos Carvalho¹, Antonio Pedro de Oliveira Netto²

1. Discentes de Engenharia Civil da UFAL – Campus do Sertão.

2. Professor Adjunto I do Eixo da Tecnologia da UFAL – Campus do Sertão / Orientador.

Resumo: Visando explorar e viabilizar a utilização de novos materiais suporte no tratamento biológico de esgoto sanitário, o presente trabalho buscou analisar o desempenho de um filtro anaeróbio de fluxo descendente, utilizando pneu inservível triturado como material suporte. O filtro operou durante 59 dias constantes, com um tempo de detenção hidráulica (TDH) de 24h, e com carga orgânica volumétrica média de 2,85 kgDBO/m³.dia, tratando o esgoto sanitário do Campus Sertão da Universidade Federal de Alagoas. Com relação à remoção de matéria orgânica, em termos de Demanda Química de Oxigênio (DQO Bruta e DQO Filtrada), o filtro obteve eficiência média de remoção de aproximadamente 81,50 e 84,70%, respectivamente. Já para sólidos sedimentáveis, obtiveram-se, respectivamente, médias de 89,80 e 90,20% de eficiência de remoção para sólidos suspensos totais (SST) e sólidos suspensos voláteis (SSV). Após análises constatou-se que em relação a outros materiais suporte, já utilizados e descobertos recentemente, o pneu triturado apresenta-se como material viável para utilização no tratamento biológico de águas residuárias.

Palavras-chave: Crescimento aderido; remoção de sólidos suspensos; filtração anaeróbia.

Introdução:

Com o crescimento populacional e constante lançamento de efluentes no meio ambiente, o tratamento biológico de águas residuárias vem como opção extremamente eficiente e de baixo custo no tratamento de esgoto sanitário, sendo dividido basicamente em dois tipos: digestão aeróbia e anaeróbia. Esse tipo de tratamento retrata, basicamente, a ação de organismos vivos na degradação dos resíduos contidos nos efluentes, podendo variar de acordo com cada tipo e composição.

Diante disso, o tratamento biológico pode ocorrer diferentemente em relação ao crescimento celular: disperso ou aderido. No tratamento de esgoto doméstico, em meio aderido, utiliza-se materiais suporte que viabilizem a fixação dos microorganismos responsáveis pelo tratamento. Também pode-se citar a criação e utilização de biofilmes utilizado, em sua maior parte, em filtros biológicos. Os filtros são sistemas utilizados no tratamento de esgoto sanitário de pequena a larga escala, se mostrando um eficiente componente, principalmente, no pós-tratamento de águas residuárias.

Segundo CHERNICHARO (2016), os filtros anaeróbios são reatores anaeróbios responsáveis pelo tratamento biológico de esgoto sanitário, constituídos por partes fixas de material suporte, onde os microorganismos crescem fixados e atuam degradando a matéria orgânica. Em filtros anaeróbios, a pedra britada (número 4) é muito utilizada como material suporte. No entanto, seu uso deve ser avaliado devido ao peso incorporado à estrutura e, bem como, ao preço do produto.

Devido a esse problema, a busca por novos materiais suporte para o tratamento de esgoto sanitário é uma questão atual e importante. Diante disso, podemos citar o trabalho realizado por (ALMEIDA, 2007) utilizando escória de alto forno, anéis plásticos randômicos e aparas de conduíte corrugado como materiais suporte em filtros biológicos percoladores, visando diversificar e atestar a viabilidade de uso desses novos materiais.

Assim, buscando novos materiais que sejam relevantes para o tratamento de águas residuárias, o pneu triturado torna-se uma escolha sustentável, ao passo que se cria uma alternativa de destinação do material inservível, reduzindo os impactos negativos gerados ao meio ambiente. As diferentes granulometrias impostas ao pneu triturado, bem como a sua densidade, tornam o material uma alternativa promissora à inoculação celular em reatores biológicos.

O presente trabalho avaliou a aplicabilidade do pneu triturado como material suporte de filtro anaeróbio de leito e fluxo descendente, com base em análises laboratoriais dos parâmetros de remoção: Demanda Química de Oxigênio (DQO), bruta e filtrada, Sólidos Suspensos Totais (SST), Sólidos Suspensos Voláteis (SSV) e o potencial hidrogeniônico (pH).

Metodologia:

O filtro anaeróbio de fluxo descendente foi desenvolvido em um recipiente circular de policloreto de vinila (PVC), possuindo sistema de alimentação que propicia a distribuição homogênea, como demonstrado na figura 01. O filtro foi introduzido em outro recipiente circular, de diâmetro ligeiramente superior, de forma a obter-se um

fundo falso. Por esse dispositivo eram realizadas as coletas de amostra e descarte do efluente tratado, como demonstrado na figura 02.

Figura 01: Alimentação do filtro anaeróbico.



Fonte: Os autores (2018).

Figura 02. Sistema completo do filtro anaeróbico.



Fonte: Os autores (2018).

O material suporte utilizado no filtro anaeróbico foi pneu de borracha, desútil e triturado, surgindo como opção favorável ao meio ambiente, por aproveitar material que antes poderia ser inutilizado, destinando-o para o tratamento biológico de esgoto sanitário. A borracha apresentou facilidade na mudança de granulometria e mostrou-se bom material pela sua baixa densidade, boa rugosidade e porosidade, podendo substituir materiais largamente utilizados em filtros, como a brita.

O recipiente do filtro tinha aproximadamente 12 litros de volume total e 9 litros de volume de material suporte (volume reacional). Com isso, e de acordo com a NBR 13969:1997, o tempo de detenção hidráulica foi fixado em 24 horas, com vazão mantida em 6,25 mL/min e controlada por meio de uma bomba dosadora tipo diafragma com fluxo em pulso. O sistema foi montado com objetivo de manter o fluxo afluente o mais constante possível, a fim de evitar possíveis problemas operacionais e prejudicar os resultados.

O esgoto afluente que alimentava o sistema era coletado da fossa séptica do prédio da Universidade Federal de Alagoas – Campus do Sertão, na cidade de Delmiro Gouveia - AL, diariamente e no horário da manhã, fazendo com que houvesse mínima diferença nas características dos afluentes. O esgoto, após coletado, era armazenado num recipiente também de PVC com a função de manter o fluxo constante, através da bomba, no sistema. Ressalta-se que a coleta era realizada num ponto intermediário da profundidade da fossa séptica, evitando-se coleta de material sedimentado, com intuito de preservar as características de esgoto sanitário bruto.

O monitoramento do desempenho do sistema de tratamento foi realizado de forma periódica, conforme Tabela 1. Os parâmetros foram calculados segundo metodologia descrita pela APHA (2005). O pH foi medido no laboratório do campus do sertão, e os demais parâmetros foram condicionados e, posteriormente, encaminhados ao Laboratório de Saneamento da Universidade Federal de Alagoas – Campus A.C. Simões.

Tabela 01. Parâmetros analisados, métodos utilizados e frequência de amostragem.

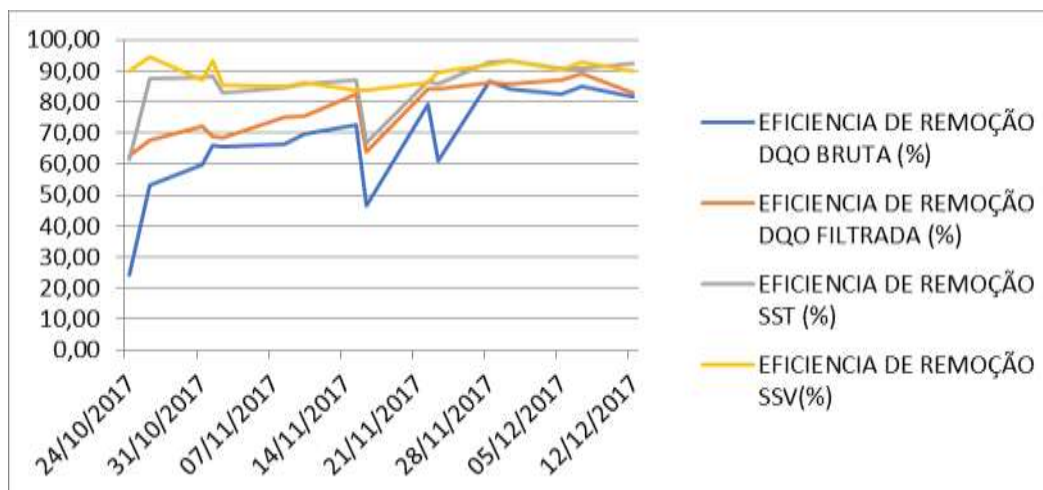
Parâmetros	Unidade	Método	Frequência
Vazão	mL/min	-	Diária
pH	-	Potenciométrico	2x/semana
DQO bruta	mg/L	Espectrofotométrico	2x/semana
DQO filtrada	mg/L	Espectrofotométrico	2x/semana
SST	mg/L	Gravimétrico	2x/semana
SSV	mg/L	Gravimétrico	2x/semana

Resultados e Discussão:

A operação do filtro durou 59 dias, onde as coletas foram feitas com frequência de duas vezes semanais para a análise das amostras. Visando a aceleração da estabilização do sistema, se utilizou o lodo proveniente da fossa séptica do Campus da UFAL, para a inoculação do material suporte utilizado. Com isso, a partir da análise do gráfico 01, nota-se que as eficiências atingiram seus maiores valores e apresentaram menor variação a partir do dia 28/11, com 34 dias de operação, consistindo assim, a data onde o sistema atingiu sua estabilidade. Por comparação, temos o estudo realizado por (NICIURA, 2005), utilizando um reator anaeróbico de leito expansível (RALEx), com banda de rodagem de pneus triturada, alcançando a estabilidade aparente do sistema aos 80 dias

de operação.

Gráfico 01. Análise temporal da eficiência de remoção dos parâmetros analisados.



A Tabela 02 apresenta os resultados médios das amostras do esgoto bruto (afluente), e o esgoto tratado com filtro anaeróbio (efluente).

Tabela 02. Valores médios para os parâmetros em análise.

Parâmetros	Afluente	Efluente
DQO bruta (mg/L)	543,19 ± 153,45	98,60 ± 13,50
DQO filtrada (mg/L)	183,13 ± 50,57	28,00 ± 8,00
SST (mg/L)	310,06 ± 100,77	31,80 ± 8,50
SSV (mg/L)	213,44 ± 63,50	20,90 ± 3,10
pH	8,35 ± 0,27	7,35 ± 0,25

Os valores médios do afluente para a DQO bruta e filtrada foram, respectivamente, de 543,19 e 183,13 mg/L. Os valores máximos e mínimos encontrados foram, respectivamente, 780 e 257 mg/L, para DQO bruta e 287 e 111 mg/L para DQO filtrada. Em relação ao efluente, para os mesmos parâmetros, os valores médios respectivos encontrados foram 98,60 e 28,00 mg/L, obtendo, para DQO bruta, 248 mg/L como valor máximo, e 80 mg/L como valor mínimo. Já para DQO filtrada, os valores máximos e mínimos encontrados foram de 80 e 20 mg/L, respectivamente. Os dois parâmetros obtiveram, cada um, uma eficiência média de 81,50% e 84,70%, podendo ser consideradas satisfatórias.

A carga orgânica volumétrica aplicada no filtro, após a estabilização, variou de 2,00 a 3,50 kgDBO/m³.dia e teve um valor médio de aproximadamente 2,85 kgDBO/m³.dia. Segundo JORDÃO e PESSOA (2011), filtros que utilizam plástico como meio suporte e carga orgânica até 3 kgDBO/m³.dia são considerados filtros de alta capacidade. Logo, percebemos que, ao analisar o valor médio da carga orgânica volumétrica aplicada ao filtro com pneu triturado como meio suporte, podemos classificá-lo como filtro de alta capacidade.

Ao analisar os valores de SST e SSV, o esgoto bruto apresentou valores médios de 310,06 mg/L e 213,44 mg/L, respectivamente. Para o esgoto tratado, o valor médio de SST foi de 31,80 mg/L, e para SSV 20,90 mg/L. Dessa forma, o sistema apresentou eficiência de 89,80% e 90,20% para cada parâmetro respectivo. Com base nesses valores de eficiência, se pode considerar que o sistema se comportou de maneira satisfatória. O pH para o afluente variou entre os valores de 7,89 e 8,75. Já os valores do pH para o efluente variaram entre 7,08 e 7,89. Assim, observa-se que o pH no sistema variou significativamente em relação aos valores encontrados para o afluente. Isso não afetou o desempenho do filtro, tendo em vista que as arqueas metanogênicas, apesar de sensíveis ao pH e com crescimento ótimo em faixa relativamente estreita, podem se desenvolver em reator operado em pH entre 6,5 e 8,2 (Madigan, 2016). Segundo esse autor, em determinadas condições, é possível a operação satisfatória do reator em pH de até 6.

Como análise inicial da viabilidade da utilização do pneu triturado como material suporte, a comparação foi feita com auxílio da NBR 13969:1997 para as faixas prováveis de remoção de poluentes em filtros anaeróbios, onde os valores são de 40 a 70% para DQO Bruta e 70% ou mais para sólidos sedimentáveis. Os valores encontrados no presente trabalho foram valores médios de remoção de aproximadamente 81,50% para DQO Bruta e 90,00% para sólidos sedimentáveis, atestando a eficiência do material suporte utilizado na operação.

Também pode-se citar o trabalho realizado por (NICIURA, 2005), onde utilizou-se banda de rodagem de

pneu trituradas em reator anaeróbio de leito expansível (RALEx), com tempo de detenção hidráulico médio de 3,2 horas e carga orgânica volumétrica média de 5,4 kgDBO/m³.dia, obtendo 70% de eficiência de remoção da matéria orgânica, em termos de DBO, e 65% de eficiência de remoção para sólidos em suspensão. Observa-se que o uso do material suporte, no presente trabalho, foi mais eficiente em relação à remoção de matéria orgânica e sólidos sedimentáveis com o uso do RALEX.

Por fim, podemos comparar o desempenho do pneu triturado como material suporte com o trabalho realizado por (ALMEIDA, 2007), utilizando escória de alto forno, anéis plásticos randômicos e aparas de conduíte corrugado como materiais suporte, em filtros biológicos percoladores com cargas orgânicas volumétricas de 0,24 e 0,43 kgDBO/m³.dia, obtendo resultados efluentes de 90 mg/L para DQO e 60 mg/L para SST. Logo, nota-se a semelhança para SST, onde se obtém valores médios dos efluentes de 31,80 mg/L, e a comparação na DQO, onde foram obtidos efluentes com valores médios de 98,60 mg/L.

Conclusões:

Apesar de ser usualmente utilizado na fase de pós-tratamento do esgoto, com base nos resultados encontrados, pode-se afirmar que o filtro anaeróbio apresentou um excelente desempenho como tratamento primário, pois, em termos de remoção de matéria orgânica e sólidos, apresentou eficiências médias superiores a 80% e 89%, respectivamente, comparando-se a outras tecnologias utilizadas atualmente. Além disso, os resultados mostraram rápida estabilização do sistema, comprovando, também, a boa imobilização celular deste material suporte.

Dessa forma, nota-se que na tentativa de diversificar a utilização de materiais suporte, o pneu triturado se mostrou como boa alternativa para ser utilizado em sistemas para tratamento de esgoto sanitário, demonstrando excelente eficiência de remoção de matéria orgânica e sólidos, sendo uma interessante alternativa para compor sistemas de pós-tratamento de águas residuárias.

Referências Bibliográficas:

ALMEIDA, P.G.S. de. **Efeito de diferentes tipos de meio suporte no desempenho de filtros biológicos percoladores aplicados ao pós-tratamento de efluentes de reatores uasb, com ênfase na nitrificação.** Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007.

ANDRADE NETO, C.O. de; MELO, H. N. S.; FILHO, M. L. **Filtros anaeróbios com fluxo ascendente e fluxo descendente.** In: Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios: coletânea de trabalhos técnicos. Projeto PROSAB, 2001. p. 185-192.

APHA (2005). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** American Public Health Association (APHA), Washington, DC, USA.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **NBR 13969: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação.** Rio de Janeiro, 1997.

CHERNICHARO, C. A. L. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Volume 5: Reatores Anaeróbios. 2 ed.** Belo Horizonte: UFMG, 2016.

JORDÃO, E.P.; PESSOA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos, 6. Ed.** Rio de Janeiro: ABES, 2011.

MADIGAN, M.T. **Microbiologia de Brock. 14. ed.** Porto Alegre: Artmed, 2016. 1160 p.

NICIURA, C. L. **Avaliação do uso da banda de rodagem de pneus inservíveis triturada como suporte ao desenvolvimento de biofilmes em um reator anaeróbio de leito expansível.** 2005. Tese de Doutorado (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2007.