



II-136 - ESTUDO DO TRATAMENTO DE EFLUENTE COM BIOESTIMULADOR DE CRESCIMENTO BACTERIANO

Fabiana Alves Fiore Pinto⁽¹⁾

Graduada em Engenharia Civil (UFMG - 2001); Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG - 2004); Doutora em Saneamento e Meio Ambiente (FEC/UNICAMP - 2013); Professora Doutora e Pesquisadora do Instituto de Ciência e Tecnologia da UNESP/SJC. Pesquisadora colaboradora do Laboratório de Sustentabilidade e redes Técnicas FLUXUS (FEC/UNICAMP).

Carlos Alberto Silvestre de Moraes⁽²⁾ Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho campus São José dos Campos (UNESP).

Vanessa Rodrigues Pereira⁽³⁾

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho campus Botucatu (2015)

Endereço⁽¹⁾: Estrada Dr. Altino Bondensan n° 500 Eugenio de Mello, São José dos Campos - São Paulo - Brasil. - Tel: (12) 3947-9700 - e-mail: calsirais@gmail.com.

RESUMO

A bioestimulação é uma alternativa que possibilita acelerar o crescimento e a atividade de microrganismos. A sua aplicação em restos antropogênicos vem sendo realizada com o intuito de acelerar o tempo dos tratamentos biológicos empregados para o tratamento de efluentes e resíduos. Nesse estudo foi avaliada a eficiência do produto *The Water Cleanser* (TWC), feito à base de cera de parafina, cera microcristalina e hidrocarbonetos, para o tratamento de esgoto bruto, em escala de bancada, em diferentes concentrações do bioestimulante. Foram avaliados semanalmente os seguintes parâmetros físico-químicos: pH, condutividade elétrica, cor, turbidez e oxigênio dissolvido. Após o período de monitoramento não foram observadas diferenças significativas dos parâmetros entre as linhas que continham o bioestimulador e a linha controle.

PALAVRAS-CHAVE: Bioestimulação, tratamento de efluente, esgoto sanitário.

INTRODUÇÃO

Em processos de biorremediação são aplicadas tecnologias que utilizam microrganismos para reduzir ou eliminar substâncias prejudiciais ao meio ambiente sem deixar resíduos tóxicos. Em geral, a biorremediação possui menor custo em relação às tecnologias de remediação convencionais. Abrange diversas tecnologias, desde uso de organismos modificados geneticamente - OMG, introdução de microrganismos *in situ*, até bioestimulação. Embora ainda pouco aplicada no Brasil, é um campo em expansão e tem despertado interesse de empreendedores ligados à área ambiental (MACHADO et al, 2017).

A bioestimulação é uma técnica utilizada *in situ* na qual substratos específicos estimulam o crescimento de microrganismos autóctones capazes de degradar os componentes e substâncias contaminantes (Machado et al, 2017). Por ser um processo biológico, enquadra-se como tratamento secundário de efluente sanitário, na qual se busca a remoção de matéria orgânica (Von Sperling, 2005; Esteves, 2011).

O produto *The Water Cleanser* (TWC) feito à base de cera de parafina, cera microcristalina e hidrocarbonetos, objeto do presente estudo, foi caracterizado por Lulai (2016) como um bioestimulador capaz de favorecer o crescimento de microrganismos naturalmente presentes nos líquidos onde o mesmo é inserido. Agindo como um remediador de qualidade do meio o TWC acelera o processo de degradação dos componentes e substâncias contaminantes (LULAI, 2016; MEURER, 2017). Estudos realizados por Fotedar (2014) evidenciam que o produto contribuiu para a ampliação da qualidade de águas e que pode ser adotado como uma alternativa a biofiltros.

Em 2016, por solicitação da empresa representante do produto no Brasil, foi desenvolvido um estudo pela universidade Santa Ursula, na lagoa Rodrigo de Freitas (RJ), com o objetivo de avaliar o impacto do produto

TWC sobre a comunidade planctônica e sobre as bactérias. O estudo concluiu que o TWC é um bioestimulador das bactérias nitrificantes, sendo composto por oligoelementos que possibilitam a ação de tais bactérias. Além disso, o estudo afirma que a placa de TWC que estimula as bactérias do processo de nitrificação, não influencia negativamente a biota aquática, pelo contrário, a qualidade da água nos tanques com o produto favoreceu o desenvolvimento até a fase adulta de espécies de plâncton.

No Brasil, o lançamento de efluentes tratados em recursos hídricos e no solo deve atender ao padrão de qualidade estabelecido pelo regramento legal. Dentre os requisitos vigentes encontra-se a Resolução 430 (CONAMA, 2011) que determina o referencial de qualidade em função da classe do corpo receptor (CONAMA, 2005). Mesmo havendo ações de comando e controle para garantir a qualidade ambiental dos recursos hídricos no país, parte dos efluentes contaminados gerados pelas atividades antrópicas ainda são lançadas in natura nos recursos hídricos gerando poluição e desequilíbrio do ecossistema aquático.

Em decorrência da inexistência de estudos científicos sobre o uso do produto TWC e da elevada expectativa de seus desenvolvedores e comercializadores de que o mesmo possa contribuir para a reversão do quadro de poluição hídrica atual, o presente estudo foi realizado.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi montado em escala de bancada utilizando nove reatores de $0,026\text{m}^3$ (figura 1) que operaram em batelada contendo 20L de esgoto doméstico bruto coletado diretamente no estrangulamento da calha Parshall, após o tratamento preliminar, na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do município São José dos Campos. Os reatores foram divididos em três linhas distintas de trélicas, enumerados de 1 a 9. Sendo linha 1 (reatores 1, 2 e 3) e linha 2 (reatores 4, 5 a 6) com, respectivamente, 10g e 5g do bioestimulador e linha 3 (reatores 7, 8 e 9), o controle (sem bioestimulador).

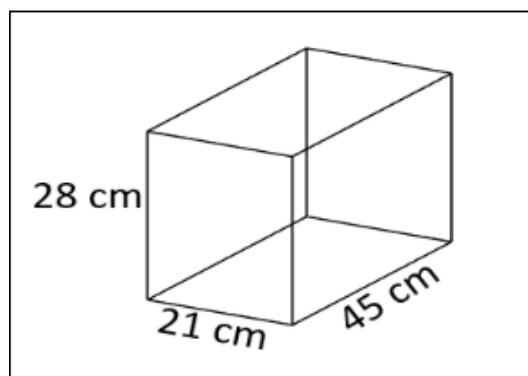


Figura 1: Dimensões dos reatores

A proporção indicada pelo fornecedor do bioestimulador (figura 2) é de 1 kg do material para 50.000 litros de efluente. As proporções usadas no experimento (10 e 5 g para 20 litros de efluente) correspondem a concentrações superiores de 20 e 10 vezes maior que a indicada. Segundo o fornecedor, o tempo necessário para ativar o bioestimulador é de 3 semanas após a imersão no efluente.

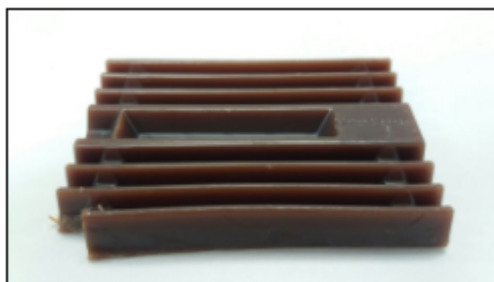


Figura 2: Placa bioestimuladora

O bioestimulador, menos denso que o efluente, foi cortado em placas que foram devidamente pesadas e fixadas com fio de nylon ao fundo do reator mantendo-se a distância de 7 cm entre a placa e o fundo do reator. Para garantir que todo o efluente entrasse em contato com a placa, agitações sutis (sem produção de bolhas ou respingos) foram realizadas diariamente nos dias úteis.

Após montado e preenchido todo o aparato experimental, amostras foram colhidas, em todos os reatores, da superfície do efluente em estado de repouso para análises físico-químicas em laboratório e então devolvidas ao respectivo reservatório a fim de manter o nível do esgoto mais próximo ao inicial. O experimento teve início em 6 de novembro de 2017 e término em 23 de fevereiro de 2018. Nos meses de novembro e dezembro de 2017, os reatores sofreram agitação manualmente de segunda a sexta feira entre 8 e 10 horas da manhã, nos meses de 2018 foram feitas duas agitações por semana com intervalo de pelo menos um dia entre elas.

Foram analisados os seguintes parâmetros: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade, cor, turbidez e alcalinidade. Com exceção da alcalinidade, as medições, iniciadas no mês de novembro de 2017, foram realizadas no início do experimento e após três semanas, passando então a análises semanais, durante quatro meses. A alcalinidade realizada apenas no início e no final do experimento, uma vez que era necessário a adição de ácido em 100mL de amostra por análise, inviabilizando sua devolução ao reator (NBR 13736).

RESULTADOS

O esgoto bruto introduzido em cada um dos reatores foi avaliado no dia de preenchimento dos mesmos e, como era esperado, apresentaram valores muito semelhantes em todas as linhas, com oxigênio dissolvido em torno de 0,5 mg/L; condutividade variando de 1038,03 a 1146,13 $\mu\text{S}/\text{cm}$; turbidez média variando de 35,89 a 39,71 NTU; pH em torno de 7,6; cor entre 288 a 303uC; alcalinidade ligeiramente maior para a linha controle; e temperatura aproximadamente 23°C. A tabela 1 mostra os parâmetros iniciais.

Tabela 1 – Média Inicial das Trélicas

Linha	PH	Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	Cor (uC)	Oxigênio Dissolvido	Alcalinidade (CaCO ₃)	Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
(10g)	7,65	22,97	35,89	288,11	0,28	29,67	1038,03
(5g)	7,55	23,07	37,63	293,44	0,49	31,17	1102,67
Controle	7,54	22,70	39,71	303,56	0,71	32,33	1146,13

As figuras 3 a 7 mostram o comportamento dos parâmetros ao longo do período avaliado.

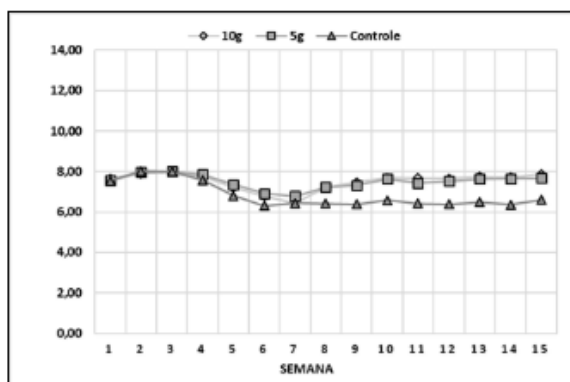


Figura 3: pH médio dos reatores por linha.

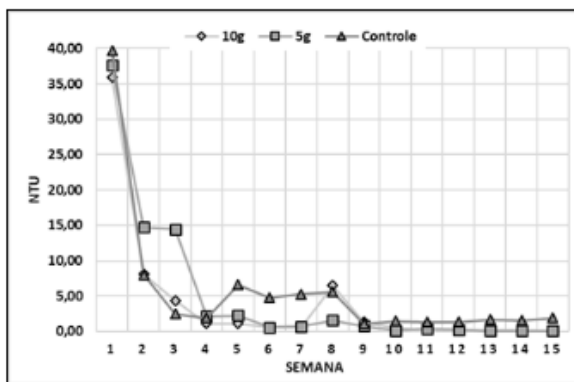


Figura 4: Turbidez média dos reatores por linha

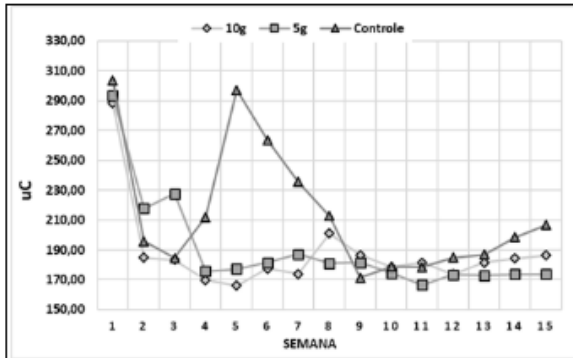


Figura 5: Cor média dos reatores por linha.

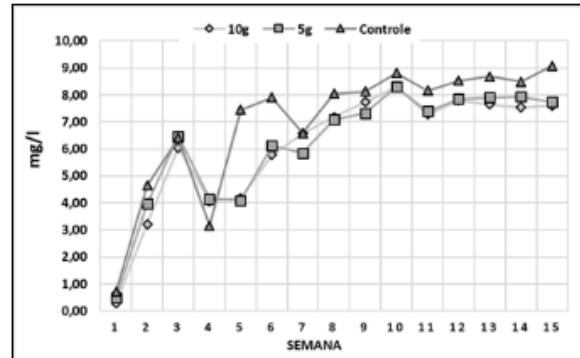


Figura 6: Média do oxigênio dissolvido dos reatores.

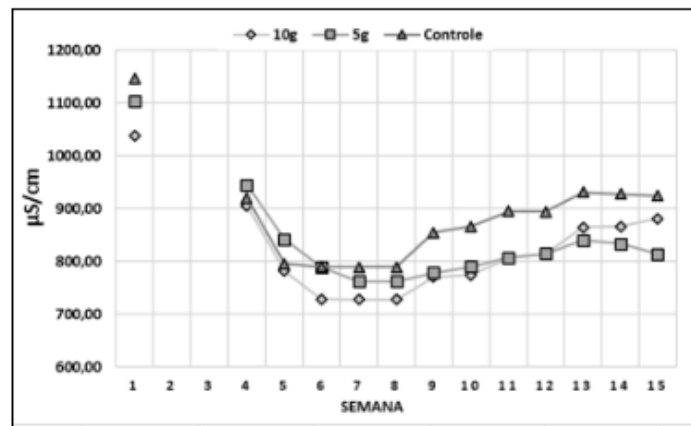


Figura 7: Média da condutividade dos reatores por linha.

ANÁLISE DOS DADOS

Na terceira semana após o início do experimento a variação dos parâmetros foi semelhante entre todas as linhas. Até a quinta semana, houve redução da condutividade, da turbidez e da cor em todas as linhas, por conta da sedimentação do lodo, como observado na figura 8. Entre a quarta e quinta semana, observou-se um aumento brusco para cor e oxigênio dissolvido na linha controle devido, provavelmente, a maior incidência de luz solar nos reatores 8 e 9 no período matutino, o que acarretou na proliferação de algas (figura 8), iniciando um processo de eutrofização.



Figura 8: Reator com presença algas

A partir da sexta semana, as três linhas apresentaram valores semelhantes para cor, turbidez e oxigênio dissolvido, o que aparenta um rendimento de depuração semelhante entre as três linhas. A elevação progressiva do oxigênio na superfície deve-se ao aumento na produção fotossintética e à diminuição da concentração de matéria orgânica, por conta da decomposição e sedimentação, esta também observada por meio da redução de turbidez ao longo das semanas, chegando a 0,1 às linhas de testes e média de 1,88 para linha controle (ESTEVES, 2011).

Devido à agitação somente em momentos específicos e uma vez ao longo do dia, houve uma considerável sedimentação (figura 9) do material presente no efluente avaliado. Tal fato pode ter influenciado, também, na redução do teor de turbidez e na cor ao longo das semanas (figura 4 e 5).

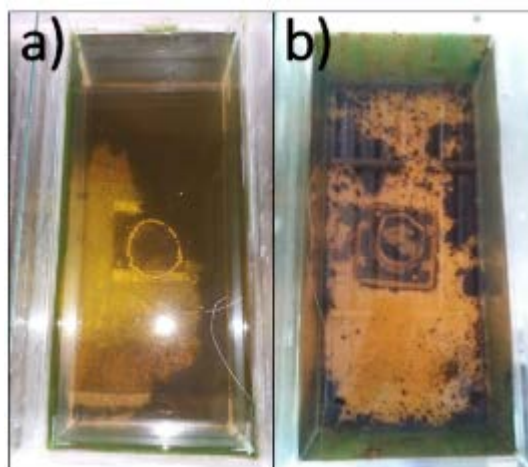


Figura 9: Sedimentação nos reatores. a) Considerável quantidade; b) quantidade reduzida

Para o pH e a condutividade houve pequenas diferenças entre a linha controle e as demais. A linha controle apresentou condutividade mais alta, com cerca de 70 μ S/cm acima, e pH de 6,6 em média, estando ácido (por volta de 5,5) nos reatores 7 e 8 e básico no reator 9 (por volta de 8,0), já as linhas com bioestimulador foram mais homogêneas, variando entre 7,5 a 8,0, aproximadamente.

Apesar da expectativa do uso do bioestimulador produzir maior ação dos microrganismos e conseqüentemente maior decomposição do material orgânico disponibilizando macronutrientes, observou-se uma situação contrária, na qual houve uma maior atuação dos microrganismos nos reatores controle do que nos demais. Tal observação é baseada nas análises de maior condutividade e pH ácido encontrados para a linha controle em relação às linhas com bioestimulador (ESTEVES, 2011). Os fatores indicam que o processo de eutrofização deve ter tido uma ação maior na decomposição do que a presença do bioestimulador no período avaliado.

O lançamento de efluentes segue padrões determinados pela legislação brasileira que são: Resolução 430 (CONAMA, 2011), que dispõe as condições e padrões de lançamento de efluentes, e Resolução 357 (CONAMA, 2005), que determina o referencial de qualidade em função da classe do corpo receptor. Considerando os resultados deste trabalho, o efluente após quinze semanas atendeu ao padrão de lançamento para os parâmetros de turbidez, pH e oxigênio dissolvido para águas doce de classe 1. No entanto, poderia ser lançado apenas em águas doce de classe 4, por possuir cor superior a 75uC.

CONCLUSÕES

Não foram observadas diferenças significativas dos parâmetros entre as linhas. Em decorrência da ausência de estudos sobre o bioestimulador já em comercialização no país, novos experimentos deverão ser realizados de modo que se verifiquem as condições ideais de seu uso. Para novos estudos recomenda-se a implantação do experimento em ambiente laboratorial com temperatura e intensidade luminosa controlada, de forma que estas condições não interfiram na análise dos resultados. Sugere-se também uma análise dos parâmetros biológicos,



como coliformes totais e termotolerantes, parasitológica e DBO. Assim, será possível concluir com maior precisão se este bioestimulador tem eficiência no tratamento de esgoto doméstico bruto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13736: Água - Determinação de alcalinidade - Métodos potenciométrico e titulométrico. Rio de Janeiro, 1996.
2. CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução N° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
3. CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução N° 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.
4. ESTEVES, F.A. Fundamentos de Limnologia, 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
5. FOTEDAR, R. Relatório de pesquisa apresentado pelo professor Dr Ravi Fotedar. Science and Engineering School of Science Department of Environment and Agricultur. Curtin University, 2014.
6. LULAI, E. Laudo Técnico de Caracterização do Produto. 06 de maio de 2016.
7. MEURER, B.C. et al. Evaluation of new bio-stimulation technology as a solution for the pollution of Rio de Janeiro lagoons. Revista Pensar-BioUSU, v. 3, p. 44-51, 2017.
8. MACHADO, K.M.G.; DO NASCIMENTO, E.A.; ARAUJO, J.C.deS.B.. Aplicação da Biorremediação no Estado de São Paulo. Leopoldianum, v. 42, n. 116-8, p. 18, 2017.
9. VON SPERLING, M.. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Editora UFMG, 3 ed. 2005.