TRATAMENTO ANAERÓBIO DE ÁGUA RESIDUÁRIA SINTÉTICA TÊXTIL CONTENDO O CORANTE VERDE MALAQUITA.

Antônia Tatiana Pinheiro do Nascimento[1], Amanda Ferreira Dias[2], Emília Maria Alves Santos[3]

[1]Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária- IFCE- Campus Maracanaú
[1]Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária- IFCE- Campus Maracanaú
[3]Emília Maria Alves Santos- Doutora em Saneamento Ambiental (UFC). Professora do IFCE – Campus Maracanaú

RESUMO

O crescimento populacional associado à explosão do modelo capitalista resultou no aumento do uso de produtos industrializados. Em vista disso, os problemas ambientais tem se tornado cada vez mais críticos e frequentes, o que pode ser observado através de alterações na qualidade da água, ar e solo. Nesse cenário, a contaminação por despejos de efluentes industriais têxteis tem sido uma preocupação emergente de pesquisadores e ambientalistas, pois este efluente apresenta composição extremamente heterogênea e grande quantidade de material tóxico e recalcitrante, o que torna seu tratamento mais difícil. Durante o processamento têxtil uma ampla gama de corantes é liberada, devido à fixação incompleta destes às fibras. Há, portanto, a necessidade de um tratamento adequado desse efluente e o tratamento biológico apresenta-se como uma alternativa viável, econômica e eficiente. Nos efluentes têxteis, destaca-se a presença do corante Verde Malaquita utilizado na indústria têxtil para tingimento dos tecidos. Tendo em vista a existência, na literatura, de poucos trabalhos com a utilização deste corante em biodegradações anaeróbias o presente trabalho utilizou um reator anaeróbio em batelada para o tratamento de água residuária sintética têxtil contendo o corante Verde Malaquita com o objetivo de avaliar a remoção de DQO (Demanda Química de Oxigênio) e cor. Foram obtidas remoções médias de 57,7% de DQO e 62,3% de cor o que demonstra o potencial do lodo anaeróbio testado para ser utilizado como inóculo de reator UASB em uma próxima etapa da pesquisa.

Palavras–chave: anaeróbio, corante, remoção, verde malaquita

1. INTRODUÇÃO

O consumo exacerbado da sociedade atual tem provocado grandes problemas ao meio ambiente, devido à grande quantidade de resíduos gerados e lançados sem monitoramento. Um dos setores responsável por grande parte desta degradação ambiental é o têxtil, que para a coloração dos tecidos consome de 40 a 290 Litros de água por kg de material processado. Esta indústria usa 20 t/ano de corantes, dos quais cerca de 20% são descartados em efluentes para serem tratados e/ou lançados nos corpos d'água (PORRAS e ISAAC, 2006).

O efluente da indústria têxtil tem como característica elevadas concentrações de corantes, que contribuem significativamente para a poluição de recursos hídricos, por dificultarem a penetração dos raios solares, prejudicando o metabolismo fotossintético de algumas espécies. Apresentam acentuado potencial recalcitrante, além de serem cancerígenos e mutagênicos. (FREIRE e FREITAS, 2010).

Estes corantes são resistentes à descoloração, à luz, água e muitos produtos químicos, devido sua estrutura complexa e origem sintética. (PERUZZO, 2003). A fixação da molécula do corante a essas fibras geralmente é feita em solução aquosa e pode envolver basicamente quatro tipos de ligações: ligação iônica, de hidrogênio, de van der Waals e covalentes (IMMICH, 2006).

Para minimização do impacto causado ao meio ambiente e ao homem foram desenvolvidas diversas técnicas para degradação deste efluente. Uma delas são os biodigestores anaeróbios que são reatores anaeróbios, alimentados com biomassa, que através da digestão

ISBN 978-85-62830-10-5

anaeróbia degradam a matéria orgânica, tendo como produtos o lodo digerido ou biofertilizante e o biogás, o qual tem como principais componentes, o metano e o gás carbônico (METCALF & EDDY, 2001).

Estes biodigestores possuem vantagens como: baixo consumo de energia, menor produção de lodo, diminuindo os custos de disposição final, redução dos custos para implantação e operação, possibilidade de utilização do gás metano como combustível, minimização da necessidade operacional. Existem algumas desvantagens do processo, dentre elas, emissão de maus odores, longo período de partida do sistema, se não houver inoculo adequado, sensibilidade a condições ambientais (pH, temperatura, sobre carga orgânicas e hidráulicas) (FAGUNDES, 2010).

Nos efluentes têxteis, destaca-se a presença do corante Verde Malaquita (Figura 1). Usado como antisséptico, para tratar de infecções por bactérias, entre outras funções, este é utilizado na indústria têxtil para tingimento dos tecidos.

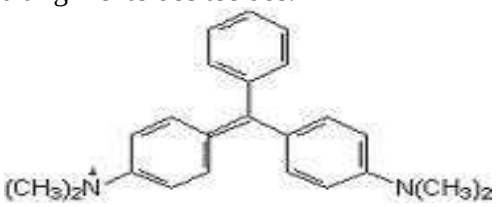

Figura 1: Estrutura do verde malaquita

O Verde Malaquita possui alta solubilidade em água, álcoois metílico, etílico e amílico. Em soluções aquosas apresenta coloração verde azulada com uma absorção máxima de radiação eletromagnética em 616,9 nm. Varia de cor de acordo com o pH, sendo amarelo em pH abaixo de 2, verde em pH 2, verde azulada em pH 11,6 e incolor em pH 14 (PERUZZO, 2003). Este corante apresenta uma banda de absorção na região vermelha do espectro eletromagnético. Sua molécula é catiônica e pertence à família dos trifenilmetanos com três anéis benzênicos e sua fórmula química é representada por $C_{23}H_{25}N_2$ (PATRES, 2005). Existem, na literatura, poucos trabalhos com a utilização deste corante em biodegradações anaeróbias.

Neste contexto, o presente trabalho objetiva utilizar um reator anaeróbio em batelada para o tratamento de água residuária sintética têxtil contendo o corante Verde Malaquita com o objetivo de avaliar a remoção de DQO (Demanda Química de Oxigênio) e cor.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O corante Verde Malaquita, fornecido pela empresa Cromoline, foi preparado com concentração de 20 ppm tendo sido diluído com água da torneira sem nenhum processo de purificação. Em vista da escassez de trabalhos na literatura envolvendo o Verde Malaquita, optou – se por uma concentração de 20 ppm para a inoculação do mesmo, concentração esta mais baixa que as encontrada em outros trabalhos, com outros corantes. No entanto, a concentração escolhida deve – se ao desconhecimento da recalcitrância deste corante ao lodo.

O Reator anaeróbio de batelada utilizado nesta pesquisa (Figura 2) constituía-se de um frasco reacional com capacidade para 2,0 L sendo dotado de três aberturas: 1- Saída para gases; 2- Abertura para alimentação do lodo, amostra e coleta do efluente; 3- Abertura para monitoramento da temperatura através de termômetro.

Nos experimentos, o lodo foi submetido à agitação de 10 rpm a 25 rpm por mesa agitadora CT - 155 da marca CIENTEC onde o reator foi instalado.

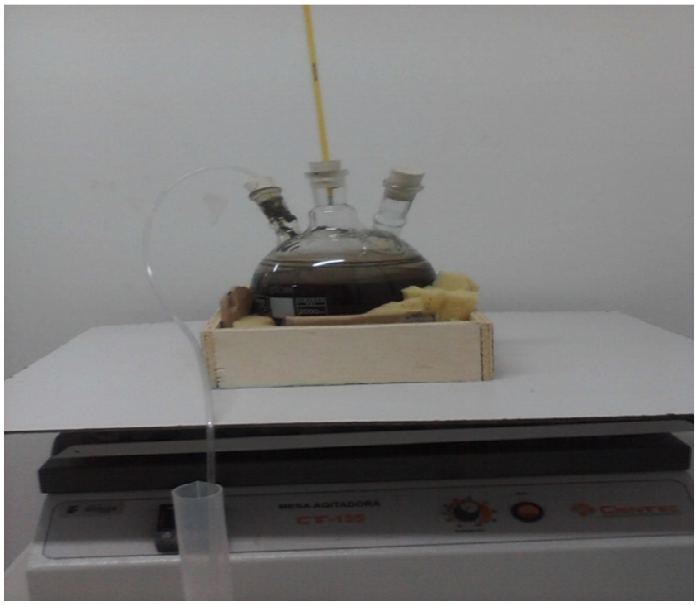

Figura 2 reator anaeróbio de batelada usado na pesquisa
Fonte: Nascimento, 2012

Para os experimentos, foram inoculados 1,5 L do lodo anaeróbio que equivale a 0,0018 mg DQO/dia cedido pela CAGECE (ETE – Pajuçara), enriquecido com 150, 0 mL de solução de nutrientes e elementos traços (Tabelas 1 e 2) e 4,7ml da solução de sacarose que equivale a uma concentração de 1,56 mg/L quando inoculado, concentração esta mais baixa que as encontradas na literatura (Rodrigues et. al, 2010). A temperatura do lodo foi mantida em 30 ºC ± 1.

Tabela 1: Solução estoque de nutrientes

Nutriente	Concentração (g/L)
NH_4Cl	0,28
K_2HPO_4	0,25
$MgSO_4.7H_2$	0,10
$CaCl_2.2H_2O$	0,01
$CaCO_3$	0,6
Elementos traço	1 ml/L

Tabela 2: Elementos-traços

Nutrientes	Concentração (mg/L)
$FeCl_2.4H_2O$	2000
H_3BO_3	50
$ZnCL_2$	50
$CuCl_2.2H_2O$	38
$MnCl_2.4H_2O$	500
$(NH4)_6Mo7O24.4H_2O$	50
$AlCl_3.6H_2O$	90

$CoCl_2.6H_2O$	2000

Durante os 20 primeiros dias foi realizado o monitoramento do lodo, a fim de se verificar sua estabilização, através de determinações de DQO, as quais foram realizadas três vezes por semana. O Lodo foi alimentado apenas com a solução de nutrientes e solução de sacarose para sua total adaptação ao novo meio, sendo observadas todas as condições ambientais necessárias para melhor crescimento das bactérias.

No 21º dia foi substituída a solução de sacarose por 150,0 mL de solução constituída por corante sintético (20ppm) e solução de macro nutriente e elementos traços. O tempo reacional adotado para os experimentos foi de 12 h. Os parâmetros determinados foram: DQO, pH e Cor. Todas as determinações foram realizadas segundo os procedimentos descritos no "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater"(APHA, AWWA, WEF, 2005).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 3 mostra o comportamento do pH durante a operação do reator em batelada. Observa-se que, durante a execução do experimento, o parâmetro permaneceu dentro do estabelecido para boa atividade dos microrganismos, pois segundo Chernicharo (1997), as condições para um ótimo funcionamento de um reator anaeróbio envolvem a manutenção do pH, preferencialmente, entre 6,2 e 7,2 e da temperatura em torno de 30°C.

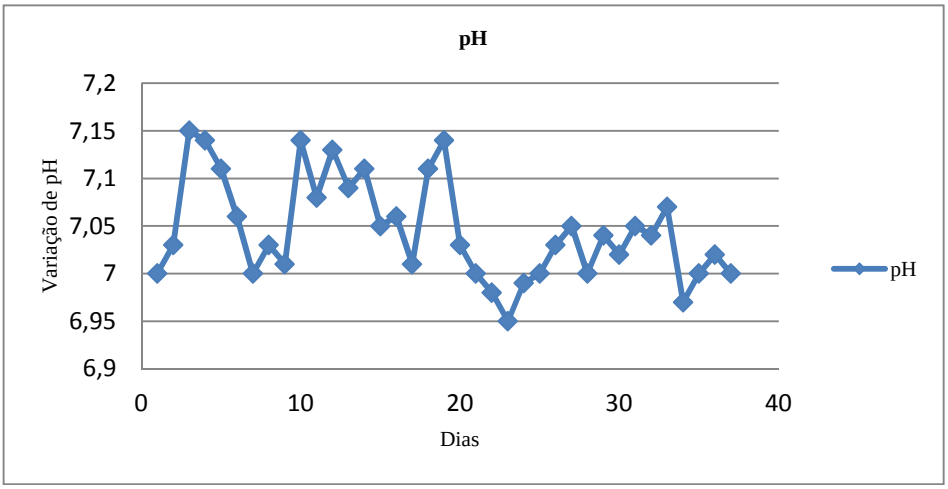

Figura 3: Variação do pH no reator

Os valores de pH mantiveram-se dentro do intervalo sugerido por BOIRAN et al. (1996), para uma degradação anaeróbia eficiente. O pH é um fator que apresenta grande influencia no processo anaeróbio, pois influencia a atividade das enzimas hidrolíticas e dos microrganismos de todo o consórcio anaeróbio, principalmente dos microrganismos que têm baixa taxa de crescimento, como os metanogênicos. Valores de pH fora do intervalo ótimo podem inibir o processo de degradação, levando a subestimação da biodegradabilidade. Neste caso é necessário, para o desenvolvimento do processo de degradação, o ajuste do pH, com adição de agentes que proporcionem tamponamento do sistema na faixa ótima de pH (AMARAL et. al., 2006).

Após o vigésimo dia de operação através de determinação de DQO foi observado a estabilização do reator anaeróbio. Este procedimento teve por finalidade a aclimatação do lodo

às novas condições operacionais indicando a possibilidade da introdução da solução do corante sintético ao reator. O lodo adaptado tem por finalidade evitar problemas de choques na biomassa do reator e, consequentemente, manter a eficiência de remoção de carga orgânica do resíduo (RIGO, 2004).

A Figura 4 apresenta os valores de DQO afluentes e efluentes (bruta e filtrada) ao reator anaeróio de bateladas durante as cinco semanas em que foi realizado o experimento com TDH de 12 horas. Observa-se que ocorreu remoção de DQO durante todo o processo. Os dados também indicaram estabilidade operacional do reator após a terceira semana de operação. A mais baixa taxa de remoção de DQO (9,6%) ocorreu na primeira semana de experimento o que pode ser justificado pelo aumento da recalcitrância do afluente provocada pela presença do corante, o que provavelmente provocou um choque nos microrganismos presentes no lodo. Na quarta semana foi obtida uma taxa de remoção de DQO de 57,7% (a mais elevada do processo) demonstando uma adaptação do lodo às condições operacionais do reator.

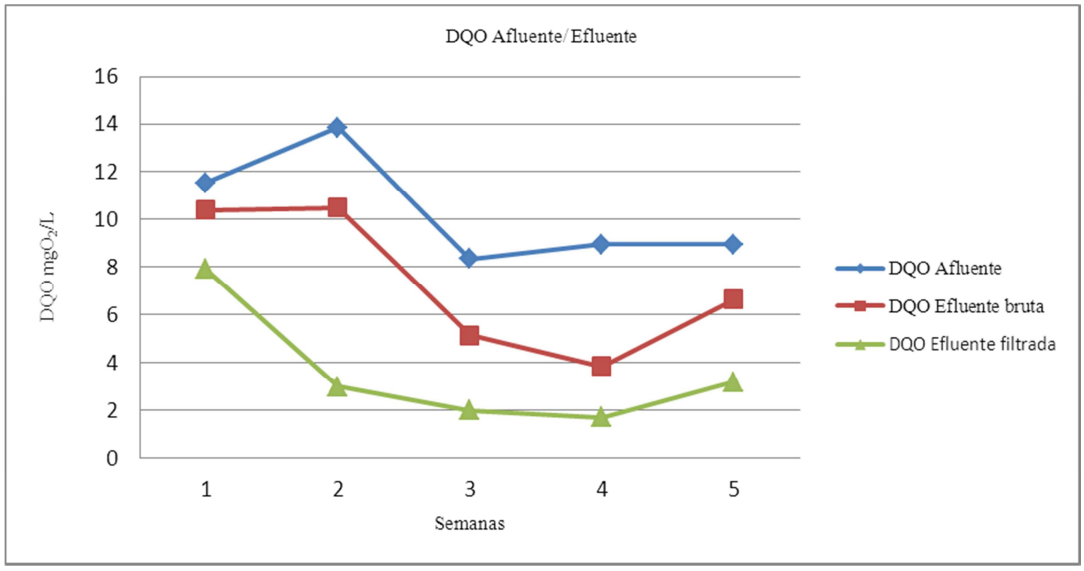

Figura 4: Valores de DQO afluentes e afluentes ao reator anaeróbio

Remoção de DQO semelhante foi obtida por Barbosa et. al.(2009) que utilizando um sistema anaeróbio-aeróbio para remoção de corante Vermelho Congo de água residuária têxtil sintética obteve 57% de remoção de DQO no filtro anaeróbio. CORRÊA (2009), obteve 50% de remoçaõ de DQO no tratamento anaeróbio com o corante azo Reactive Red (RR2).

Os resultados apresentados na Figura 5 são referentes à remoção de cor do afluente. Observa-se que ocorreu remoção de cor durante toda a fase do experimento. Na terceira semana de experimento foi obtida uma remoção de 62,3% de cor. Este valor também foi obtido por PORRAS e ISAAC (2006) que utilizou LAB (Lodo Ativado Por Batelada) para analise de efluente têxtil e obteve na faixa de 60 a 70% de remoção de cor em efluente têxtil.

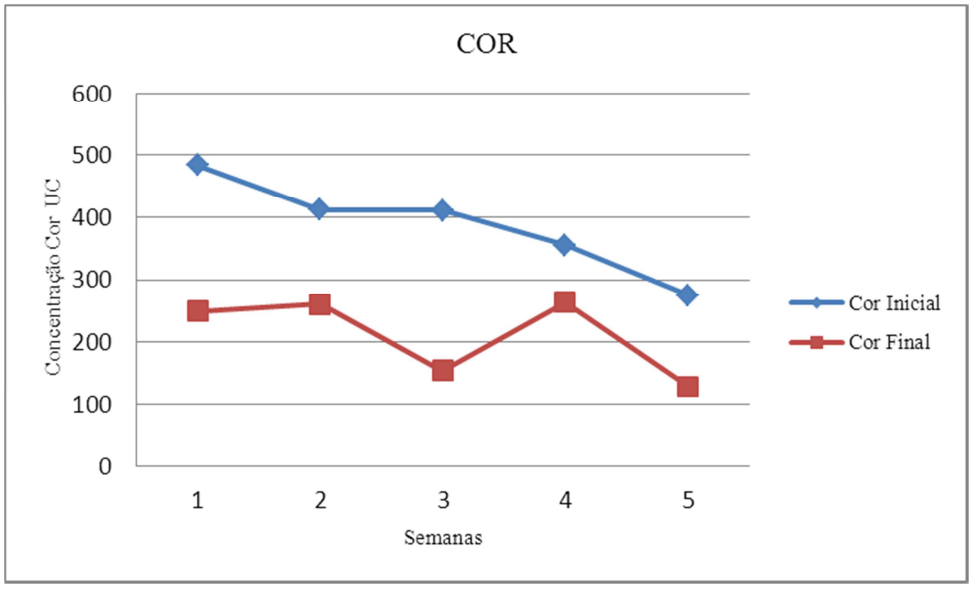

Figura 5: remoção de cor do afluente

6. CONCLUSÕES

Durante todo o processo o pH manteve – se em uma faixa de 6,5 a 7,15 dando boa condição para os microrganismo. Os resultados ainda mostraram que o sistema anaeróbio em batelada obteve eficiência aceitável para remoção de DQO, chegando a 57,7%, além de apresentar remoção de cor de 62,3%.

A presente pesquisa mostra que o bom desempenho do lodo estudado possibilita a continuidade de pesquisas mais aprofundados com o corante Verde Malaquita em sistemas combinados, reator UASB seguido de POA, diminuindo assim os custos do processo químico obtendo melhores resultados.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico e tecnológico) pelo financiamento da bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

1. APHA (1998). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington D.C.: American Public Health Association.

2. AMARAL, M.C.S. et al. Determinação da Fração da DQO Solúvel de Lixiviados de Aterro Sanitário Inerte à Processos Aeróbio e Anaeróbio: Parte II – Comparação de Diferentes Metodologias. **Revista Engenharia Sanitária**, submetido, 2006.

3. BARBOSA, B. C. A.; VIDAL, C. B.; WANDERLEY, C.R.P.; MARINHO, G.; RODRIGUES, K.; Tratamento biológico anaeróbio - aeróbio para remoção de corante de água residuária textile sintética. Conexões - Ciência e Tecnologia, Ceará, V. 3, n.1, P. 30 – 41, 2009.

4. BOIRAN, B.; COUTON, Y.; GERMON, J. C. **Nitrification and denitrification of liquid lagoon piggery waste in a biofilm infiltration-percolation aerated system reactor**. Bioresource Technology, v.55, p.63-67, 1996.

5. CORRÊA C. A. R;. **Efeito da adição do extrato de levedura na degradação de corante azo em reator UASB**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto.Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Ouro Preto, MG, 2009.
6. CHERNICHARO, C. A. L.; **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Reatores Anaeróbios.** 2. Ed. Belo horizonte: Departamento de Engenharia Sanitáaria e ambiental – UFMG,1997.

7. FREIRE, B. F.; FEITAS, S. I. **Avaliação da remoção de cor de um efluente têxtil sintético**. Espírito Santo, 2010.

8. FAGUNDES, T. S.; **Uso de polímero natural a base de amido como auxiliar de floculação no pós-tratamento de efluente UASB com flotação por ar dissolvido**. Monografia, São Carlos, SP, 2010.

9. IMMICH, A. S.; **Remoção de corantes de efluentes têxteis utilizando folhas de Azadirachta indica como adsorvente.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina. 119p. Florianópolis, 2006.

10. PORRAS, B. F.; FREITAS, S. I. **Montagem e avaliação de reator de laboratório para tratamento biológico de efluente têxtil no sistema LAB (Lodos Ativados por Batelada).** São Paulo, 2006.

11. PERUZZO, L. C. **Influência de agentes auxiliares na adsorção de corantes de efluente da indústria têxtil em colunas de leito fixo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

12. PATRES, R. A. Verde **malaquita como fotossensibilizador em terapia fotodinâmica: Acão bactericida sobre actinobacillus actinomycetemcommitans – um estudo in – vitro.** Dissertação (Mestrado), universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

13. RAMOS, R. A. (2008). **Avaliação da inflluência da operação de descarte de lodo no desempenho dos reatores UASB em estações de tratamento de esgotos no Distrito Federal.** Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos.

14. RIGO, Elisandra. **Aplicação de lipases como auxiliar no pré-tratamento de efluentes de frigoríficos de suínos e bovinos.** Dissertação (Mestrado), URI, Erechim, RS, 2004.