

REMOÇÃO DE ALGAS DE EFLUENTES DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO UTILIZANDO COAGULANTE NATURAL (*Moringa Oleifera*) E ARTIFICIAL (SULFATO DE ALUMÍNIO)

Aurilene Rodrigues da Silva¹ & Germário Marcos Araújo² & Maria do Socorro Ribeiro Hortegal Filha³ & Marcos Erick Rodrigues da Silva⁴

Resumo – O presente trabalho avaliou a remoção de algas de efluentes de lagoas de estabilização, através do processo físico-químico via coagulação-floculação-decantação (Jar-Test), utilizando coagulantes naturais (*Moringa Oleifera*) e não naturais (Sulfato de Alumínio). O efluente utilizado era proveniente da lagoa de maturação secundária do sistema de tratamento de esgotos da cidade de Sobral-CE, conhecido como ETE Padre Palhano. Para tanto, foram realizados vários ensaios de jar-test utilizando várias dosagens do coagulante natural (*Moringa Oleifera*) e não natural (Sulfato de Alumínio) utilizando esgoto bruto. Em seguida, foram estudados os efeitos dos coagulantes, nos parâmetros físico-químicos do efluente. O monitoramento foi realizado durante o período de julho a dezembro de 2012, sendo analisadas as seguintes variáveis: pH; DQO; Sólidos Suspensos; Clorofila “a”; Amônia e Ortofosfato. Na remoção de algas a moringa mostrou-se mais eficiente com remoção de 66,92% de sólidos suspensos e 76,16% de clorofila “a”, enquanto o sulfato de alumínio removeu apenas 42,40% de sólidos suspensos e 42,77% de clorofila “a”. Os critérios foram comparados com os limites de qualidade recomendado pela SEMACE na Portaria nº 154/2002 e pelo CONAMA 430/2011.

Palavras-chave: Remoção de Algas, Lagoa de Estabilização, Coagulantes.

ALGAE REMOVAL OF WASTEWATER STABILIZATION PONDS USING NATURAL COAGULANT (*Moringa Oleifera*) AND ARTIFICIAL (ALUMINUM SULFATE)

Abstract – This study evaluated the removal of algae from wastewater stabilization ponds, through the physicochemical process via coagulation-flocculation-decantation (Jar-Test), using natural coagulants (*Moringa oleifera*) and unnatural (Aluminum Sulfate). The effluent was collected in the maturation pond system of secondary sewage treatment in the city of Sobral-CE, known as Father Palhano ETE. Thus, we conducted several tests jar-test using various dosages of natural coagulant (*Moringa oleifera*) and unnatural (Aluminium Sulphate) using raw sewage. Then we studied the effects of coagulants in physico-chemical variables of the effluent. The monitoring was conducted during the period July to December 2012, and analyzed the following parameters: pH, COD, Suspended Solids, Chlorophyll "a"; Ammonia and orthophosphate. Upon removal of the jug algae was more efficient with removal of 66.92% suspended solids and 76.16% of chlorophyll "a", while the aluminum sulfate removed only 42.40% of suspended solids and 42.77 % of chlorophyll "a". The criteria were compared with those quality limits recommended by SEMACE in Ordinance No. 154/2002 and by CONAMA 430/2011.

Keywords: Algae Removal, stabilization ponds, Coagulants.

¹ Graduada em Saneamento Ambiental no IFCE – Campus Sobral. e-mail: rodrigues_aurilene@hotmail.com

² Doutorando em Saneamento UFC – Professor do IFCE Campus Sobral. e-mail: germario@ifce.edu.br

³ Doutoranda em Saneamento UFC – Professor do IFCE Campus Sobral. e-mail: socorrohortegal@ifce.edu.br

⁴ Doutor em Saneamento UFC – Professor do IFCE Campus Sobral. e-mail: marcoserick@ifce.edu.br

INTRODUÇÃO

A necessidade de água de boa qualidade, tratamento e disposição final de águas residuárias das mais diferentes atividades, ocupa atualmente, uma posição importante para o desenvolvimento sustentável, torna-se com isso necessário a conscientização de que a remoção dos nutrientes das águas residuárias é uma medida importante, principalmente aqueles que servem como manancial de água para abastecimento público, levando a uma melhor avaliação em relação aos efluentes neles lançados.

Diversas tecnologias de tratamento podem ser empregadas na depuração de águas residuárias, dentre as quais podemos destacar o processo de lagoas de estabilização.

As lagoas de estabilização são consideradas uma das tecnologias mais simples e baratas empregadas em tratamento de efluentes, principalmente em regiões de clima quente, o que favorece o seu bom funcionamento. Entretanto, a presença de algas no efluente final é indesejável por fatores estéticos e por razões de saúde, pois algumas algas apresentam toxicidade em determinadas circunstâncias.

Para tratar o esgoto gerado, o município de Sobral conta com seis estações de tratamento de esgoto, administradas e monitoradas pelo Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto (SAAE). As ETE's são: COHAB I, COHAB II, Derby, Vila União, Dom José e Padre Palhano. Lançando uma grande quantidade de efluentes produzidos pelos sistemas de tratamento de esgoto nos corpos aquáticos, podendo prejudicar o corpo receptor pois o efluente final das lagoas sai com grande quantidades de algas. Podendo ser feito antes um pós- tratamento garantindo efluentes de melhor qualidade ou até mesmo utilizá-los em outras atividades de reuso como por exemplo na irrigação.

As algas são extremamente importantes dentro do sistema de tratamento com lagoas de estabilização, são elas que fornecem o oxigênio para as bactérias degradarem a matéria orgânica (simbiose natural), mas quando o efluente sai do sistema de tratamento as algas tornam-se um inconveniente podendo demandar oxigênio nos corpos receptores (degradação da biomassa algal) e causar a eutrofização dos corpos aquáticos (CARVALHO et al, 2006, p. 2).

“O pós-tratamento de efluentes via físico químico, composto pelas etapas de mistura rápida, floculação e decantação ou flotação, é uma das alternativas de tratamento para remoção de algas e nutrientes” [...] (FERRARI et al, 2005).

“A remoção das algas proporciona ao efluente um melhor aspecto estético, como também diminui a DBO e DQO, reduzindo assim os riscos de consumo de oxigênio e a contaminação dos mananciais” (ARAÚJO, 2004, p.2).

Para Piotto (1997, apud CARVALHO et al, 2006, p.2) a utilização de coagulantes para polimento de efluentes de lagoas de estabilização apresenta-se atualmente como uma solução rápida e de baixo custo de implantação, podendo produzir efluentes de excelente qualidade.

De acordo com Ndabigengesere (1995; Muyibi & Evison, 1995, apud Silva et al, 2006, p.2), Os coagulantes naturais apresentam-se como uma alternativa viável, destacando-se a semente da Moringa oleífera, já que vários estudos laboratoriais desta última têm mostrado que suas sementes possuem propriedades coagulantes efetivas e que elas não são tóxicas a humanos e animais, sendo bastante eficientes não somente na remoção de turbidez e microrganismos de águas brutas, como também no condicionamento do lodo.

OBJETIVOS GERAIS

Avaliar o pós-tratamento de efluentes provenientes da lagoa de estabilização verificando a viabilidade do tratamento terciário por processo físico-químico do efluente de lagoas de estabilização, quanto a remoção de algas, pelo uso de coagulantes naturais (Moringa Oleífera) e não naturais Sulfato de Alumínio $Al_2(SO_4)_3$.

METODOLOGIA

Caracterização da Área de Estudo

O sistema de lagoas de estabilização em série que forneceu efluente para os ensaios de floculação, está localizado no Município de Sobral, CE. O Sistema de lagoas de estabilização Padre Palhano se encontra em funcionamento desde 1998 e recebe contribuições de efluente domésticos dos bairros Padre Palhano e Sumaré, onde são contabilizados cerca de 1.543 ligações (SAAE, 2002). É constituído por uma unidade de tratamento preliminar (TP) caixa de areia, grade e Calha Parshall. Após este TP há série de três lagoas, sendo a primeira da série a lagoa facultativa (LF) seguida por duas lagoas de maturação (LMP) e (LMS), conforme a vista aérea do sistema apresentado na Figura 1, o efluente tratado é lançado no rio Acaraú. As características físicas da ETE Padre Palhano estão descritas na Tabela 1.



Figura 1 - Vista aérea da lagoa de estabilização do Padre Palhano

Tabela 1– Características físicas da ETE Padre Palhano

Lagoas	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
Lagoa Facultativa	171,60	126,20	2,50	21.655,92	54.139,80
Lagoa de Maturação I	171,60	47,30	1,60	8.116,68	12.986,69
Lagoa de Maturação II	171,60	45,10	1,40	7.739,16	10.834,82

Fonte (SAAE, 2002)

Coleta das amostras

As amostras foram coletadas no vertedouro da lagoa de maturação secundária (efluente final), conforme ilustra a Figura 2, onde este representa o esgoto tratado pelo sistema de lagoas de estabilização.

As coletas realizadas na lagoa foram feitas num intervalo de quinze dias entre uma coleta e outra, iniciando em julho, sendo coletadas em garrafas de 5 litros devidamente lavadas em banho ácido e com auxílio de baldes e luvas. As coletas foram feitas todas as segundas-feiras no horário de 8:00 hs da manhã. Após as coletas as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises Físico-químicas de Águas e Efluentes (LAAE) do IFCE – Sobral para serem realizados os ensaios de jar-test (coagulação-floculação-decantação) para posterior determinação das análises físico-químicas.



Figura 2 - Coleta das amostras

Variáveis Analisadas

Na Tabela 2 são apresentadas as variáveis analisadas, métodos e referências.

Tabela 2 - Metodologia das variáveis processadas

Variáveis	Métodos	Referências
pH	Potenciométrico/ Eletrométrico	APHA <i>et al.</i> (2005)
Ortofosfato	Espectofotométrico do Ácido Ascórbico	APHA <i>et al.</i> (2005)
Amônia	Nesslerização Direta	APHA <i>et al.</i> (2005)
DQO	Refluxação Fechada	APHA <i>et al.</i> (2005)
Sólidos Suspensos	Gravimétrico	APHA <i>et al.</i> (2005)
Clorofila “a”	Extração com acetona	APHA <i>et al.</i> (2005)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos durante o monitoramento para avaliar a eficiência do processo físico químico, foram baseados na análise de amostras pontuais do efluente da LMS, coletadas no período de Julho a Dezembro de 2012. Nos testes realizados foram encontrados os melhores resultados obtidos com concentração 7 ml a 10% para sulfato de alumínio e 2,8 g para moringa. Vale salientar que para a Moringa foi adicionado 3ml da barrilha a 3 % elevando o pH para 8,5 faixa esta que proporcionou melhores remoções. Na Tabela 3, encontram-se dispostos todos os resultados obtidos (valores médios) necessários a caracterização do efluente final e dos efluentes pós-tratados, durante o período estudado (Julho a Dezembro de 2012).

Tabela 3 - valores médios das variáveis analisadas no ELMS e do pós tratamento com a moringa e o sulfato de alumínio.

VARIÁVEIS	ELMS	MORINGA	SULFATO
pH	7,83	8,82	7,06
DQO filtrada (mg/l)	162	272,9	122,3
AMÔNIA (mg/l)	31,19	27,92	26,49
OROFOSFATO (mg/l)	2,81	1,40	1,06
CLOROFILA "a" (µg/L)	561,15	133,75	321,14
SOLIDOS SUSPENSOS (mg/l)	89,75	29,69	51,69

pH

O valor médio de pH do ELMS foi de 7,83, já o pH do efluente tratado com moringa mostrou-se sempre acima de 8,5 pois foi adicionado 3 ml da barrilha a 3% elevando o pH para 8,5 faixa esta que proporcionou melhores resultados, obtendo uma media de 8,82, no efluente tratado com o sulfato obteve-se uma media de 7,06.

Nos resultados do efluente tratado com sulfato houve uma redução do pH em função do consumo da alcalinidade, já os valores médios de pH no ELMS e no tratado com a moringa estão dentro dos padrões de lançamento da SEMACE da Portaria nº154 de 22 de julho de 2002 que diz que o pH tem que esta entre 7,5 a 10,0.

DOQ Filtrada

Os valores médios de DQO Filtrada nos efluentes foram de 162; 272,9 e 122,3 mg/L em ELMS, efluente tratado com moringa e efluente tratado com sulfato de alumínio, respectivamente. Estando este ELMS dentro dos padrões de lançamento da SEMACE na Portaria nº154/2002 que estabelece um valor máximo de 200 mg/L.

Após o tratamento físico químico com os coagulantes moringa e sulfato de alumínio pode-se perceber que houve um aumento da DQO Filtrada no efluente tratado com a moringa devido a matéria orgânica presente no coagulante, ultrapassando os limites de lançamento, assim obteve-se um resultado negativo em relação ao uso deste coagulante para remoção de DQO Filtrada. Já o efluente tratado com o sulfato mostrou-se mais eficiente com uma remoção de 24,50%, estando bem abaixo dos padrões de lançamento da SEMACE.

Amônia

Durante o período estudado a amônia apresentou valores médios de 31,19 mg/L (ELMS), 27,92 mg/L (efluente tratado com moringa), e 26,49mg/L (efluente tratado com sulfato).

Nas amostras de efluente tratado, com a moringa e o sulfato de alumínio, observa-se que houve uma queda na concentração de amônia em relação ao ELMS, o sulfato removeu 15,06% e a moringa 10,48%, mais com tudo isso ainda se encontram acima dos padrões exigidos pelo CONAMA 430/2011 diagnosticando concentrações de amônia acima de 20 mg/L.

De acordo com VON SPERLING (1996) no pH em torno da neutralidade, praticamente toda a amônia encontra-se na forma de NH_4^+ . No pH próximo a 9,5, aproximadamente 50% da amônia esta na forma de NH_3^+ e 50% na forma de NH_4^+ . Em pH superior a 11, praticamente toda a amônia esta na forma de NH_3 . Mostrando que isso aconteceu devido ao pH das amostras que estavam abaixo da média, impedindo a volatilização da amônia pois as amostras encontravam-se ionizadas.

Ortofosfato

Nas análises de ortofosfato a média do ELMS foi de 2,81 mg/l, 1,40 mg/l para o efluente tratado com a moringa e 1,06 mg/l do efluente tratado com o sulfato de alumínio, após o tratamento físico químico com os coagulantes moringa e sulfato de alumínio pode-se perceber que o sulfato obteve um melhor resultado em relação a moringa com remoção de 62,27% enquanto a moringa removeu apenas 50,17%.

Clorofila “a”

Das análises realizadas com o ELMS, foram encontradas uma média de 561,15 µg/L, 133,75 µg/L no efluente tratado com moringa e 321,14 µg/L no efluente tratado com o sulfato de alumínio. Entre as análises realizadas com efluentes tratados com a moringa e o sulfato de alumínio pode-se perceber que a moringa mostrou-se mais eficiente em relação a remoção de clorofila”a” com remoção de 76,16%, enquanto que o sulfato removeu apenas 42,77%.

Sólidos Suspensos

Os resultados das análises de Sólidos Suspensos do ELMS apresentou uma media de 89,75 mg/l, 29,69 mg/l do efluente tratado com a moringa e 51,69 mg/l do efluente tratado com sulfato de alumínio, estando estes resultados dentro dos padrões de lançamento exigidos pela SEMACE na Portaria nº 154/2002, que estabelece um valor máximo de 150,0 mg/l.

Dentre as análises realizadas com efluentes tratados com a moringa e o sulfato, a moringa mostrou-se mais eficiente que o sulfato de alumínio com remoção de 66,92% enquanto o sulfato removeu apenas 42,40%.

CONCLUSÕES

O efluente da ETE Padre Palhano apresentou qualidade físico - química satisfatória em relação aos padrões de lançamentos da SEMACE na portaria 154/2002 e do CONAMA 430/2011, com exceção apenas dos resultados da amônia que apresentou valores acima dos padrões de lançamento, mas mostrando-se como uma boa alternativa para reuso na irrigação, devido a concentração dos nutrientes presentes.

Na remoção de algas a moringa mostrou-se mais eficiente com remoção de 66,92% de sólidos suspensos e 76,16% de clorofila “a”, enquanto o sulfato de alumínio removeu apenas 42,40% de sólidos suspensos e 42,77% de clorofila “a”.

Com relação a DQO Filtrada o efluente tratado com a moringa apresentou valores elevados devido a matéria orgânica presente no coagulante, fazendo com que elevasse a DQO Filtrada, concluindo assim que a moringa apresenta resultados negativos com relação a remoção deste parâmetro.

Já o efluente tratado com o sulfato de alumínio mostrou-se mais eficiente na remoção de Ortofosfato, amônia e DQO Filtrada.

REFERÊNCIAS

a) Livro

VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Lagoas de estabilização. 3º Ed. Belo Horizonte. DESA – UFMG. 1996.134P.

b) Artigo em anais de congresso e simpósio

ALMEIDA, R.B.R. Clarificação de águas utilizando sementes da planta moringa. Graduação em Engenharia Ambiental. UDFC. Fox do Iguaçu, PR. 2009.

ANDRADA, J.G.B. Utilização de filtros grosseiros para remoção de algas presentes em efluentes de lagoas de polimento. Programas de Pós- Graduação em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos. UFMG, Belo Horizonte. 2005.

ARAÚJO, G.M et al. Avaliação da utilização de filtros anaeróbios simplificados na remoção de algas de efluentes de lagoas de estabilização . Anais 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande, Mato Grosso. 2005.

CARVALHO, J.F.C.; ARAÚJO, G.M.; GOMES, L.A. Utilização de ensaios de floculação como pós-tratamento de efluentes de lagoas de estabilização visando a remoção de algas. Anais VIII Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Fortaleza, Ceará. 2006.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 430, de 13 de Maio de 2011.

FERRARI, G.F et al. Pós tratamento do efluente de lagoa facultativa primaria através da utilização de coagulantes metálicos e polímeros. Anais 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande, Mato Grosso. 2005.

KONING, A.; CEBALLOS, B.S.O; ALMEIDA, M.V.A. Observações sobre a população algal em efluentes de lagoas d estabilização em escala real no estado da Paraíba- Brasil. Anais do XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária y Ambiental. Cancun, México. 2002.

OLIVEIRA, F.F.; GONÇALVES, R.F. Principais tecnologias empregadas no polimento do efluente de lagoas de estabilização. Anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES. Rio de Janeiro. pp 402 – 411. 1999.

ROCHA, M.L.A.F et al. Remoção de algas, DQO, fosforo e coliformes do efluente de lagoas facultativas através de coagulação/floculação/decantação. Anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil. 1999.

SILVA, V.V.; OLIVEIRA, F.F.; GONÇALVES, R.F. Polimentos do efluente final de um sistema australiano de lagoas de estabilização através do processo compacto físico-químico do tipo coagulação/floculação/decantação. Anais do 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. João Pessoa, Paraíba. 2001.

SILVA, M.E.R et al. Possibilidade do uso da semente da moringa (Moringa Oleifera, LAM). No tratamento físico-químico de esgotos sanitários. Anais do VIII Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Fortaleza, Ceará. 2006.

c) Dissertações

ANDRADA, J.G.B. Utilização de filtros grosseiros para remoção de algas presentes em efluentes de lagoas de polimento. Programas de Pós- Graduação em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos. UFMG, Belo Horizonte. 2005.

ARAÚJO, G.M. Avaliação da utilização de filtros anaeróbios simplificados na remoção de algas de efluentes de lagoas de estabilização. Dissertação Programa de Pós- Graduação em Engenharia Sanitária. Natal, RN. 2004.

d) Portarias e Resoluções

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 430, de 13 de Maio de 2011.

SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Portaria N° 154 de 22 de julho de 2002.