

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE IMPUREZAS NA ÁGUA: UTILIZAÇÃO DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO COMBINADO COM SISTEMA ALAGADO

Fernando Lima Vieira¹, Glenda Moraes Silva¹, Juliane Pereira de Santana Peres²,
Elis Dener Lima Alves³

- ¹- Graduandos do Curso de Ciências Biológicas, UEG UnU de Iporá. Av. R-02, Q. 01, Jardim Novo Horizonte – Iporá/GO; CEP.: 76200-000. e-mail: bio-fernando@hotmail.com.
- ²- Docente do curso de Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Goiás - UnU Iporá - Av R2, quadra 1 - J. Novo Horizonte 2 - Iporá/GO CEP.: 76200-000.
- ³- Mestrando em Física Ambiental pelo programa de Pós-Graduação em Física Ambiental do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso - Av. Fernando Corrêa da Costa, s/n° Cidade Universitária - Cuiabá/MT; CEP.: 78060-900.
-

RESUMO

Este trabalho visou avaliar a eficiência das lagoas de estabilização combinado com sistema alagado cultivado com taboa *Typha angustifolia* L. no tratamento do efluente do laticínio LEITBOM e da água do Córrego Tamanduá. O experimento consistiu na implantação de um sistema experimental de tratamento, onde se utilizou quatro caixas de água de cimento de amianto, três para simular as lagoas de estabilização e outra para simular o sistema alagado, sendo que estas foram colocadas em suspensão por alvenarias de tijolos e vigas de madeira. Para analisar a eficiência do sistema empregado foram feitas análises qualitativas da água (física, química e biológica), realizadas no início do experimento, após o tanque de aeração e no efluente final. Os resultados mostraram que as lagoas de estabilização são eficientes, principalmente na remoção da turbidez, coliforme total e Termotolerantes/ *E. coli.*, e o tanque de aeração demonstrou ser eficiente na renovação do ar, havendo um ganho de oxigênio dissolvido. O sistema alagado apresentou ser eficiente, onde o efluente ao passar pelo mesmo obteve uma melhoria na qualidade da água. Para a maioria das variáveis analisadas, a água tratada pelo sistema empregado alcançou os padrões estabelecidos pela resolução do CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 2. No entanto, o valor de oxigênio dissolvido encontrado na saída do canal ficou abaixo do estabelecido pela legislação, acredita-se que esse problema possa ser solucionado com a implantação de cascatas e corredeiras na saída do efluente, conseguindo assim atingir os limites estabelecidos.

PALAVRAS-CHAVE: tanques, sistema experimental, água.

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the efficiency of the lagoons stabilization combined with system flooded cultivated with taboa *angustifolia* *Typha* L. in the treatment of the effluent daikiry LEITBOM and water in the stream Tamanduá. The experiment consisted of the implantation of an experimental system of treatment, where was used four asbestos cement water boxes, three for simulate lagoons of stabilization and another one for simulate the flooded system, being that these had been placed in wooden suspension for bricks and wood. To analyze the efficiency of the employed system quantitative analyzes of the water had been made (physical, chemical and biological), carried through at the beginning of the experiment, after the tank of aeration and in the effluent end. The results had shown mainly that the stabilization lagoons are efficient, in the removals, total coliforme and Termotolerantes/*E. Coli*, and the tank of aeration had demonstrated to be efficient in the renewal of air, having a profit of dissolved oxygen. The flooded system presented to be efficient, where the effluent one when passing for the same got an improvement in the quality of the water. For the majority of the analyzed variable, the water treated for the employed system reached the standards established for the resolution of the CONAMA 357/2005 for sweet water classroom 2. However, the value of oxygen dissolved found in the exit of the canal was below of the established one for the legislation, is given credit that this problem can be solved with the implantation of cascades and rapids in the exit of the effluent one, thus obtaining to reach the established limits.

KEY-WORDS: tanks, experimental system, water.

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos mais importantes recursos naturais da Terra. Ela exerce notável influência sobre todas as formas de vida no planeta, sendo responsável pela existência e manutenção da vida. No entanto, com desenvolvimento econômico e com o crescimento populacional do último século, o homem, cada dia, por todo globo terrestre, vem interferindo intensamente sobre a qualidade das águas (JUNIOR, 2005).

Uma das formas de interferência é o lançamento de esgoto sanitário bruto e efluente industrial e agroindustriais sem o tratamento adequado nos corpos d'água, comprometendo sua utilização para diversos fins, causando dano a flora e fauna, principalmente à existência normal da vida aquática (BOTELHO *et al.*, 2001).

Esses lançamentos de dejetos (esgoto) causam alterações químicas, físicas e/ou biológicas na água. Sendo que a presença de matéria orgânica solúvel em excesso reduz o teor de oxigênio da água e pode transformar mananciais, córregos, rios e lagos em ambientes sem vida (SUSSEL, 2005)

Os efluentes líquidos que sofrem essas agressões necessitam passar por tratamentos no qual possibilite a remoção dessas substâncias contaminantes. Um dos métodos de tratamento que podem ser utilizados consiste nas lagoas de estabilização combinado com sistema alagado construído que constituem em um sistema que vem sendo amplamente usado no mundo (SCHNEIDER, 1999).

As lagoas de estabilização constituem a forma mais simples para tratar os esgotos através de processos biológicos, possuindo vários tipos de lagoas (facultativas, anaeróbicas, maturação e areação). Já o sistema alagado pode ser classificado com um sistema natural de tratamento de águas residuárias, podendo ser de fluxo superficial, vertical ou sub-superficial (MANSOR, 1998; SPERLING, 2002).

A indústria para exercer suas atividades utiliza uma grande quantidade de água em diversas finalidades, tais como: incorporação ao produto; lavagens de máquinas, tubulações e pisos; águas de sistemas de resfriamento e geradores de vapor; nas etapas do processo industrial, acabam sendo contaminadas por resíduos industriais, originando assim um efluente degradado, necessitando de tratamento antes de ser lançado em corpos hídricos.

Tendo isso em vista este trabalho tem como objetivo construir um sistema experimental piloto de lagoas de estabilização combinado com sistema alagado, e avaliar a eficiência do mesmo, no tratamento do efluente Industrial Laticínios Morrinhos Indústria e Comércio Ltda – LEITBOM, localizada São Luis de Montes Belos – GO. Com o intuito de verificar se os efluentes tratados atende aos padrões aceitáveis da Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA para águas de classe 2, para seu posterior lançamento em corpos hídricos, oferecendo proteção à saúde, aos ambientes aquáticos e aos ecossistemas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no município de Iporá, oeste do estado de Goiás, (16º26.31. S e 51º 07. 04. W, 584m de altitude) no domicílio do Sr. Fernando Lima Vieira, localizado na Rua José Inocêncio Nunes Qd 3G LT 77, Setor Mato Grosso (16º25.99. S e 51º 07. 07. W, 568m de altitude).

Para a avaliação da eficiência do sistema de tratamento foi coletado o efluente contaminado do Laticínio LEITBOM, após a sua caixa de gordura, localizado em São Luis de Montes Belos – GO (16°31'49.48"S e 50°22'17.68"W, 573 m de altitude).

No sistema experimental utilizou-se quatro caixas de água de cimento de amianto de 500 ml (Figura 01) para simular as lagoas de estabilização, estas foram colocadas em suspensão por alvenaria e vigas de madeira para que se pudesse simular uma queda livre de água, os dois primeiros tanques eram anaeróbios em série, com o tempo de detenção de nove dias em cada caixa. O terceiro tanque das lagoas de estabilização era de aeração contendo um tempo de detenção de cinco dias. A aeração foi realizada por um inalador de ar NS Inalar Compact. No quarto tanque para simular o sistema alagado foram colocadas as taboas (*Typha angustifolia* L.) tendo 10 dias de detenção, para controlar a saída e a entrada da água nos tanques foram utilizadas torneiras de jardim em PVC 1/2 e registros de borboletas.

O sistema alagado construído foi projetado para operar com escoamento sub-superficial, pois de acordo com MANSOR (1998), apresentam uma melhor eficiência na remoção de poluentes, além de evitar a proliferação de insetos e mau cheiro.

Utilizou-se como substrato cerca de 38 cm de brita nº1 de 9,5 mm a 19,0 mm. O substrato, além de ser essencial para o cultivo das plantas, contribui para

aderência de microrganismo, que melhoram a remoção da carga poluente, principalmente a matéria orgânica, segundo MANSOR (1998).

As macrófitas (taboa) utilizadas neste trabalho foram coletadas numa área alagada natural na margem do Córrego Tamanduá em Iporá-GO. Essas macrófitas foram coletadas com auxílio de uma pá (Figura 02), visando preservar o sistema radicular das plantas.



FIGURA 1. Sistema experimental



FIGURA 2. Retirada das macrófitas

Após a coleta, as mudas foram lavadas com água corrente retirando-se cuidadosamente o material aderido à raiz (Figura 03), em seguida foram cortadas as folhas, obtendo-se uma altura de 20 cm de caule, as raízes muito desenvolvidas também foram aparadas para facilitar o plantio. As mudas foram transportadas até o local do sistema experimental e plantadas imediatamente em profundidade de 18 cm (Figura 04).



FIGURA 3. Corte e lavagem das macrófitas



FIGURA 4 - Plantio das macrófitas

As mudas foram irrigadas com água fornecida pelo sistema de saneamento da cidade no qual o nível foi sempre mantido acima da superfície do substrato no

período da adaptação evitando assim a falta de água para as plantas. Inicialmente foram plantadas cerca de 14 macrófitas, das quais sobreviveram apenas sete necessitando de outro plantio.

O replantio foi realizado em profundidade de oito a 10 cm abaixo da superfície do meio suporte, no qual apresentou melhores resultados que aquelas fixadas a aproximadamente 20 cm.

Com intuito de caracterizar a água utilizada no processo de tratamento, realizaram-se análises físicas, químicas e bacteriológicas, turbidez, alcalinidade, dureza, matéria orgânica, oxigênio consumido, oxigênio dissolvido, coliforme total, coliformes termotolerantes, no início e após o tratamento, obtendo assim o grau de poluição, após o terceiro tanque e no final do experimento.

No Quadro 01 pode-se observar a relação dos parâmetros de análise com os métodos e equipamentos que foram utilizados.

QUADRO 1. Método e equipamento utilizado nas análises.

Parâmetro Analisado	Método / Equip. Utilizado
Turbidez	Turbidímetro HACH 2100P
Potencial Hidrogeniônico (pH)	pHmetro digital Digemed DNuP
Alcalinidade Total	Titulométrico
Dureza	Cálculo de Expressão
Matéria Orgânica	Determinação de oxigênio consumido (Permanganometria em Meio Ácido)
Oxigênio Dissolvido (OD)	Iodométrico
Coliforme total	Técnica dos tubos Múltiplos
Coliforme Termotolerantes	Técnica dos tubos Múltiplos

Todas as análises foram realizadas no laboratório da SANEAGO (Saneamento de Goiás S/A) da cidade de Iporá, com auxílio das Técnicas Laboratoristas Fábria Carvalho Magalhães e Angela Maya Cardoso seguindo a metodologia Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 20ª ed (APHA, 1998) aplicados no Laboratório de Água – P-SLA da SANEAGO.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Quadro 2 pode-se observar os valores de cada variável, no início do tratamento, após o tanque de aeração, após o sistema alagado, e os valores estabelecidos pela resolução do CONAMA.

QUADRO 2. Resultado das variáveis no início e após o tratamento.

Parâmetros Analisados	Início do Tratamento	Após o tanque de aeração	Após o Tratamento com Sistema Alagado (Efluente Final)	Recomendações da resolução do CONAMA (Classe II)	Unidade de medida
Turbidez	250	11,7	0,52	100	UNT
(pH)	4,65	9,01	7,45	6,0 a 9,0	-log [H ⁺]
Alcalinidade Total	Indeterminado	250	120	-----	mg/LCaCO ₃
Dureza	Indeterminado	160	100	-----	mg/L CaCO ₃
Matéria Orgânica	Indeterminado	5,0	1,5	-----	ppm
(Oxigênio Consumido) Oxigênio Dissolvido (OD)	0,0	3,6	1,0	5,0*	mg/L O ₂
Coliforme Total	2.100	680	180	1.000	NMP/100 ml
Coliformes Termotolerantes	1.698	200	180	1.000	NMP/100 ml

(---) Não há Recomendações.

Os resultados obtidos na análise do início do tratamento demonstraram um alto índice de degradação, pode se observar que todos os padrões estabelecidos pela resolução do CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 2 apresentaram alterados (CONAMA, 2009).

Estes valores alterados indicaram a necessidade da utilização de um tratamento primário para fazer a correção do pH e reduzir a quantidade de sólidos suspensos e sólidos sedimentáveis para que um tratamento secundário possa proporcionar uma considerável redução da matéria orgânica possibilitando um ganho de oxigênio dissolvido e uma remoção considerável de organismos patogênicos para seu posterior lançamento em rios e lagos.

A remoção da turbidez (sólidos suspensos) mostrou-se bastante eficiente devido ao processo de decantação nas lagoas de estabilização e pela retenção das partículas sólidas no processo de filtração, na decantação do sistema alagado, isso ocorreu graças à presença de vegetação e da brita usada como meio suporte, somada a baixa velocidade do fluxo de água.

O pH encontrava-se levemente ácido 4,65 -log [H⁺] antes de iniciar o tratamento, devido às grandes concentrações de produtos químicos que são incorporados ao efluente do Laticínio LEITBOM. Após o tanque de aeração pode se notar que o pH atingiu 9,01 -log [H⁺] essa variação se deve a fatores ambientais, como a taxa de insolação e a aeração que estimula a atividade fotossintética, tornando as lagoas mais alcalinas. Ao passar pelo sistema alagado houve uma redução devido a vários processos metabólicos na água que geram íons de hidrogênio e abaixam o pH do meio.

A alcalinidade do efluente no início do tratamento não foi possível de se obter devido ao efluente apresentar-se ácido, sendo possível somente obter valores após o tanque de aeração, onde a alcalinidade total atingiu 250 mg CaCO₃/L, havendo uma redução ao passar pelo sistema alagado, provavelmente este fato

está relacionado com as reações de neutralização dos íons de hidrogênio liberados pelos processos de crescimento das macrófitas.

Somente foi possível obter valores da dureza após o tanque de aeração. Ao passar pelo sistema alagado ocorreu uma redução da dureza devido à assimilação dos íons principalmente de cálcio e magnésio, pela microbiota e pelas macrófitas.

Já a matéria orgânica apresentou um alto teor não sendo possível obter valores no início do tratamento, somente após o tanque de aeração, apresentado valores já bastantes reduzidos, ao passar pelo sistema alagado ocorreu uma redução para 1,5ppm. Segundo estudo semelhante realizado por VALENTIM (1999) esta redução ocorre devido a três principais formas de transformação do carbono em lagoas de tratamento, fermentação anaeróbia, oxidação aeróbia e a redução fotossintética.

Em função da alta atividade microbiana no processo de degradação da matéria orgânica altamente concentrada no efluente industrial, o oxigênio é rapidamente consumido, não obtendo valores no início do tratamento somente na entrada do tanque de aeração 1,0 mg/L O₂ (quadro 2), tendo um ganho ao passar pelo mesmo atingindo 3,6 mg/L O₂ e sendo reduzido ao passar pelo sistema alagado. A difusão do oxigênio pela atmosfera e a produção pelo fitoplâncton e o transporte de O₂ a partir de folhas e do caule das macrófitas no sistema alagado não conseguiu suprir o consumo do meio bacteriano.

A remoção dos coliformes ocorreu devido aos compostos tóxicos produzidos nos tanques anaeróbicos, o pH elevado do efluente e o aumento do oxigênio dissolvido no tanque de aeração, favoreceu a reprodução de uma comunidade aeróbia, mais eficiente na eliminação dos coliformes, aumentando também a taxa de remoção pela fotooxidação.

4. CONCLUSÃO

O sistema testado neste trabalho permitiu avaliar o potencial das lagoas de estabilização combinado com o sistema alagado, onde a maior parte das variáveis analisadas no trabalho enquadraram dentro dos limites e padrões estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe 2.

No entanto, o valor de oxigênio dissolvido encontrado no efluente final ficou abaixo do limite estabelecido pela legislação. Em função desse parâmetro não se pode enquadrar totalmente as variáveis analisadas na classe 2, porém, o baixo índice de oxigênio dissolvido pode ser resolvido com o uso de cascatas, corredeiras e com o manejo adequado, fazendo assim com que haja um ganho de oxigênio no efluente.

Contudo, o sistema empregado demonstrou ser eficiente no tratamento do efluente do laticínio LEITBOM desde que seja bem projetado, construído e manejado adequadamente, podendo se recomendar esse modelo no tratamento de efluentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA, AWWA, WPCF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. **America Public Health Association**, 20th edition Washington, D. C., 1998.

BOTELHO, C.G.; CAMPOS, C. M.; VALLE, R. H. P.; SILVEIRA, I. A . ***Recursos naturais renováveis e impacto ambiental***. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.

CONAMA. ***Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005***. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2005_357.pdf>. Acessado em: 23 de agosto de 2009.

JUNIOR, Á. M.J. ***Manual de operação de estação de tratamento de esgoto “Gestão do meio ambiente e saneamento ambiental”***. Saneago, 2005. 122p.

MANSOR, M.T.C. ***Uso de Leito de Macrófitas no tratamento de águas residuárias***. Campinas: UNICAMP, 1998. 136p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 1998.

SPERLING, M.V. ***Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Lagoas de Estabilização***. 2 ed. Belo Horizonte, v. 3: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 2002. 196 p

VALENTIM, M.A.A. ***Uso de leitos cultivados no tratamento de Efluente de tanque séptico modificado***. Campinas, SP: UNICAMP, 1999. 137p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Água e Solo, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 1999.

SUSSEL, D.A. A. R. ***Controle legal do uso da água***. Monografia (Graduação). FEMA – Fundação Educacional do Município de Assis, 2005.

SCHNEIDER, R.P. ***Poluição do rio cachoeira de Joinville (SC), no período de 1985 a 1995: uma proposta para a sua prevenção e correção***. Dissertação (Mestrado) Centro de Ciências Jurídicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 1999.