



# ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA

## Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

ANAP, Tupã/SP, Volume XII, 2016

ISBN 978-85-68242-22-3

CATEGORIA - ARTIGO COMPLETO

### EIXO TEMÁTICO:

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Biodiversidade e Unidade de Conservação       | <input checked="" type="checkbox"/> Gestão e Gerenciamento dos Resíduos |
| <input type="checkbox"/> Campo, Agronegócio e as Práticas Sustentáveis | <input type="checkbox"/> Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos    |
| <input type="checkbox"/> Cidades Sustentáveis                          | <input type="checkbox"/> Saúde Pública e o Controle de Vetores          |
| <input type="checkbox"/> Educação e Práticas Ambientais                |   |

## AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO TRATAMENTO DE ESGOTOS INDUSTRIAIS EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO: O CASO DE UMA AGROINDÚSTRIA DE EXTRAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS

*Evaluation of performance of treating industrial sewage in stabilization ponds: the case of an agribusiness extraction of vegetable oils*

*Evaluación del desempeño de tratamiento de aguas residuales industriales en las lagunas de estabilización: el caso de una extracción de aceites vegetales agroindustria*

### **José Roberto Rasi**

Mestre em Estruturas e Construção Civil pela UFSCar  
Jroberto.rasi@gmail.com

### **Roberto Bernardo**

Doutorando em Engenharia de Produção pela UFSCar  
ch.bernardo@uol.com.br

### **Cristiane Hengler Corrêa Bernardo**

Professor Assistente Doutora da UNESP  
Cristiane@tupa.unesp.br



# ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA

*Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento*

ANAP, Tupã/SP, Volume XII, 2016

ISBN 978-85-68242-22-3

CATEGORIA - ARTIGO COMPLETO

---

## RESUMO

O objetivo deste artigo é analisar a remoção da carga orgânica por meio do desempenho de lagoas de estabilização de uma agroindústria de extração de óleos vegetais. Para tanto, especificamente, apresenta e verifica o funcionamento de duas lagoas de tratamento em série, sendo uma do tipo anaeróbia e a outra facultativa aerada. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso que faz uso de análise laboratorial para avaliação do material coletado e discussão dos resultados. Constata-se que a água residual das lagoas de estabilização analisadas, no caso específico estudado, apresenta desempenho eficaz, apontando para resultados superiores ao limite já especificado na literatura.

**PALAVRAS-CHAVE:** lagoas de estabilização; efluente; estações de tratamento

## ABSTRACT

The aim of this papers is to analyze the removal of organic matter through the performance of stabilization ponds of vegetable oil extraction industry. For that specifically it features and verify the operation of two stabilization ponds built in series, one of them an anaerobic type and the other a facultative aerated type. The research is characterized as a case study that use of laboratory analysis to evaluate the collected material and discussion of results. It appears that the residual water from the stabilization ponds analyzed in this specific case, presents an effective performance, pointing to superior results than the limit already specified in literature.

**KEYWORDS:** stabilization ponds; effluent; treatment plants

## RESUMEN

El propósito de esto es el artículo es analizar la eliminación de la materia orgánica a través de la realización de las lagunas de estabilización de una agroindustria de la extracción de aceites vegetales. Por esta características específicas y verificar el funcionamiento de los dos estanques de tratamiento en serie, uno de tipo anaeróbico y otra opcional aireado. La investigación se caracteriza como un estudio de caso que hace uso de los análisis de laboratorio para evaluar el material recogido y discusión de los resultados. Parece ser que el agua residual de las lagunas de estabilización analizados en el caso específico estudiado, presenta un desempeño eficaz, que apunta a mejores resultados que el límite ya se ha especificado en la literatura.

**PALABRAS CLAVE:** lagunas de estabilización; efluentes; plantas de tratamiento



# ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA

*Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento*

ANAP, Tupã/SP, Volume XII, 2016

ISBN 978-85-68242-22-3

CATEGORIA - ARTIGO COMPLETO

---

## Introdução

A industrialização de oleaginosas constitui-se atualmente em um dos mais importantes processos do sistema agroindustrial. Tal importância decorre da demanda por seus produtos e subprodutos nas indústrias de bioenergia, cosméticos e como matéria-prima no processamento de alimentos para o consumo humano e animal (MOISES, 2001).

Os óleos vegetais brutos são extraídos, por meio de solvente. De acordo com Cereto (2004), neste tipo de extração, o óleo é esgotado do material oleaginoso por meio do solvente comercial hexano (Figura 1). O equipamento que efetua esta operação é o extrator contínuo que deixa o material oleaginoso impregnado com o solvente.

Após a extração, o óleo forma uma mistura denominada miscela, da qual o solvente é recuperado por evaporação em circuito fechado, restando o óleo bruto, ainda ligeiramente contaminado com solvente.

O efluente gerado no processo de extração do óleo bruto de soja apresenta elevada concentração de matéria orgânica em termos de demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e óleos e graxas, o que pode causar impactos significativos se forem lançados em sua forma bruta, no meio ambiente.

O tratamento necessário destes efluentes, no intuito de diminuir a concentração de matéria orgânica até atingir os níveis exigidos pela legislação ambiental, para que, posteriormente, a água utilizada neste processo industrial de extração de óleo bruto de soja seja devolvida ao meio ambiente, foi composta de uma estação de tratamento composta por caixa de sedimentação, lagoas anaeróbias e lagoa facultativa aerada, instaladas em série. Os limites previstos na legislação ambiental serão apresentados neste artigo mais a frente.

Além da obrigatoriedade de seguir a legislação ambiental, as agroindústrias se deparam na atualidade com outra questão que afeta diretamente sua imagem – a responsabilidade socioambiental. Tal questão está diretamente ligada à imagem que os *stakeholders*<sup>1</sup> têm daquela determinada organização.

Desse modo a obrigatoriedade da legislação ambiental associada à preservação de uma imagem sustentável faz com que muitas organizações apostem em encontrar alternativas que mitiguem os efeitos nocivos ao meio ambiente.

Bernardo (2015) diz que no caso da agroindústria essa responsabilidade socioambiental torna-se ainda mais latente uma vez que a sua atividade produtiva impacta e é impactada diretamente pelo ambiente natural.

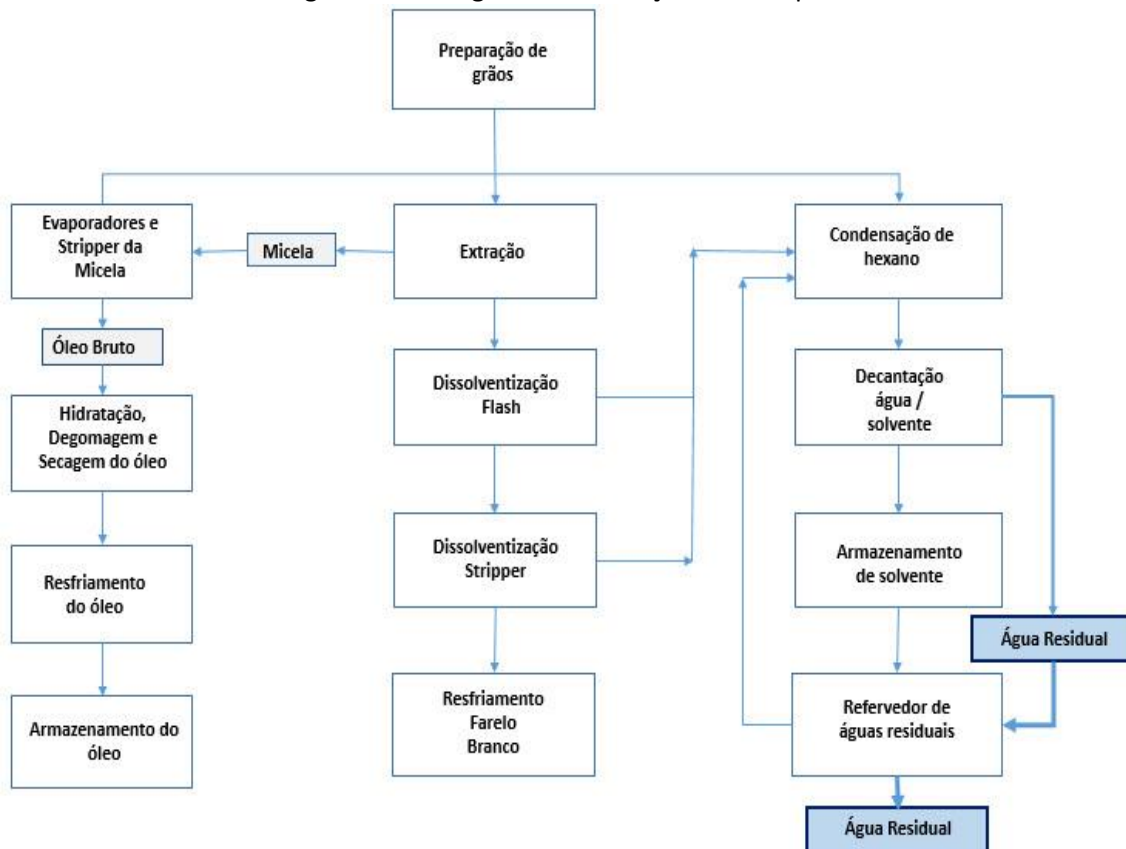
---

<sup>1</sup> Públicos de interesse de uma organização

Para compreender alternativas que estão sendo utilizadas no sentido de mitigar esses efeitos nocivos ao ambiente natural, este artigo realizou uma pesquisa junto a uma agroindústria produtora de óleo de soja, localizada na região da Alta Paulista, no interior do estado de São Paulo.

A Figura 1, a seguir, apresenta o fluxo pelo qual segue a extração de óleo por solvente, processo utilizado pela agroindústria analisada nesse estudo de caso. Percebe-se que da preparação até o processo final no qual a água residual é descartada há uma trajetória complexa que é composta por muitas etapas.

Figura 1 – Fluxograma da extração de óleo por solvente



Fonte: Os próprios autores, 2016.

A prevenção e a redução da poluição causada pelas águas residuárias podem ser obtidas por meios diretos de reciclagem e reutilização destas ou pelo uso de diferentes tratamentos. Segundo Miwa (2007), o tratamento biológico ou biotratamento de águas residuárias e resíduos sólidos emprega a ação conjunta de espécies diferentes de microrganismo em



# ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA

## Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

ANAP, Tupã/SP, Volume XII, 2016

ISBN 978-85-68242-22-3

CATEGORIA - ARTIGO COMPLETO

reatores que, operados sob determinadas condições, resultam na estabilização da matéria orgânica. Os sistemas biológicos de tratamento devem atender alguns aspectos importantes como a redução da matéria orgânica (redução de DBO) e fornecimento de efluentes em condições que não afetem o equilíbrio do sistema receptor final e atenda a legislação ambiental pertinente.

A operação seguida de monitoramento de sistemas biológicos de tratamento de águas residuárias devem ser balizadas pelas legislações específicas federais e estaduais.

O decreto estadual de São Paulo nº 8.468/1976, atualizada pelo decreto 54.487/2009, estabeleceu os padrões de emissão para efluentes de atividades diversas. O artigo 18 deste decreto estabelece limites quantitativos para lançamento de efluentes líquidos diretamente nas coleções de água. Os principais limites previstos pelo decreto de 2009 e utilizados neste artigo estabelecem os indicadores padrão para emissão de efluentes e estão apresentados no Quadro 1. Dentre os principais indicadores estão temperatura, o pH que indica o nível de acidez, neutralidade ou de alcalinidade de uma solução, a quantidade de sedimentos, a presença de óleos e graxas e o DBO de cinco dias.

Quadro 1 – Indicadores de padrão para emissão de efluentes

pH	5,0 e 9,0
Temperatura	Inferior a 40°C
Materiais sedimentáveis	Até 1,0 em teste de 1 hora em cone de Imhoff <sup>2</sup>
Óleos e graxas	Ausência de óleo e graxas e concentração máxima de 100 mg/l de substâncias solúveis em hexano
DBO 5 dias	20°C no máximo de 60 mg/l (sessenta miligramas por litro) <sup>3</sup> .

Fonte: elaborado pelos autores com base no Decreto 8.468/1976, atualizada pelo decreto 54.487/2009

As lagoas de estabilização já foram conceituadas por diversos autores, dentre os quais se destacam Silva e Mara (1979) e Uehara e Vidal (1989) como sendo grandes tanques que apresentam pequena profundidade e que têm como finalidade tratar águas residuárias brutas,

<sup>2</sup> O Cone Imhoff é um recipiente que tem forma de cone, apresenta dimensões definidas e é utilizado para a realização de ensaio que objetiva a determinação dos sólidos sedimentáveis em águas residuárias.

<sup>3</sup> Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento de águas residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento)



## ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

ANAP, Tupã/SP, Volume XII, 2016

ISBN 978-85-68242-22-3

CATEGORIA - ARTIGO COMPLETO

---

utilizando para tanto, somente processos naturais. Atualmente, como apresenta Silva Filho (2007), esse conceito está muito mais abrangente.

Essas lagoas são basicamente biorreatores, de águas lânticas, relativamente rasas, construídas para armazenar resíduos específicos, como os domésticos e industriais, e devem resultar na estabilização da matéria orgânica através de processos biológicos. O tratamento biológico pode ocorrer em condições anaeróbias, facultativas ou aeróbias, de acordo com a disponibilidade de oxigênio dissolvido, da atividade biológica predominante, da carga orgânica afluyente, das características físicas de cada unidade destinadas a tratar águas residuárias brutas ou efluentes pré-tratados, por processos naturais e artificiais.

Consideradas uma das principais técnicas utilizadas atualmente para tratamento de efluentes, por apresentarem menores custos e operações simples, as Lagoas de estabilização são sistemas nos quais os efluentes são tratados biologicamente por processos naturais envolvendo principalmente algas e bactérias. A estabilização de matéria orgânica é processada em taxas mais lentas, o que gera a necessidade de um período extenso de detenção hidráulica, geralmente, em torno de 20 dias. (SILVA FILHO, 2007).

As lagoas de estabilização, de acordo com Takeuti (2003), podem ainda ser distribuídas em quantidades e combinações diferentes, objetivando atingir o padrão de qualidade requisitado, podendo ser construídas em chicanas e profundidades menores com eficiência, quando se tem como fim reduzir patógenos.

Segundo Rahman *et al* (2012), as lagoas de estabilização proporcionam uma solução ideal para tratamento de águas residuais em países em desenvolvimento e possuidores de áreas rurais.

De acordo com Silva Filho (2007) a classificação das lagoas de estabilização se dá em função da predominância da atividade metabólica na decomposição da matéria orgânica, dentre as quais estão as anaeróbias, as facultativas e de maturação ou aeróbias.

O principal objetivo das lagoas anaeróbias é a remoção do DBO e sólidos em suspensão. No Brasil, com as condições de temperatura apresentadas, alcançam-se eficiências de remoção de DBO dos esgotos na ordem de 50% até 70% (VON SPERLERLING, 2002). A remoção de sólidos em suspensão chega a ter uma eficiência por volta dos 70% (ESPAÑA, 1991).

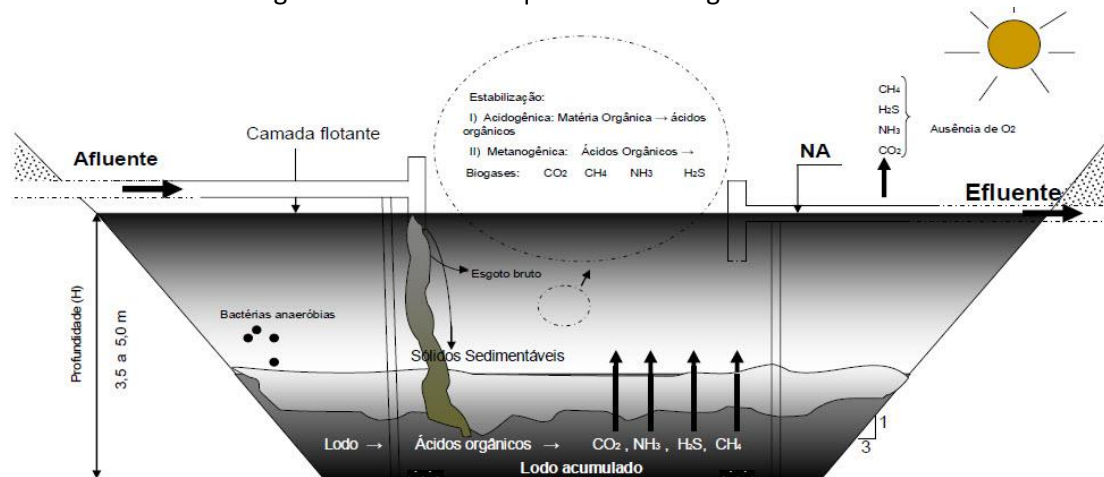
Silveira (2001) afirma que as lagoas anaeróbias têm sido utilizadas para o tratamento de esgotos domésticos e despejos industriais predominantemente orgânicos, com elevados valores de DBO.



A lagoa anaeróbia construída de forma anteposta à lagoa facultativa objetiva a redução da carga orgânica do efluente bruto. Tal operação visa diminuição da área requerida na lagoa facultativa.

Para Fabreti (2006), as lagoas anaeróbias (Figura 2) apresentam escavações bastante profundas. A altura útil das lagoas anaeróbias varia na faixa de três a cinco metros e retém o efluente num período de quatro a seis dias. Dadas estas condições, pode-se garantir a anaerobiose, visto que a penetração de luz e a sobrevivência de algas só são possíveis e, ainda limitadamente, em uma estreita camada superficial.

Figura 2 – Desenho esquemático de lagoa anaeróbia



Fonte: Silva Filho (2007)

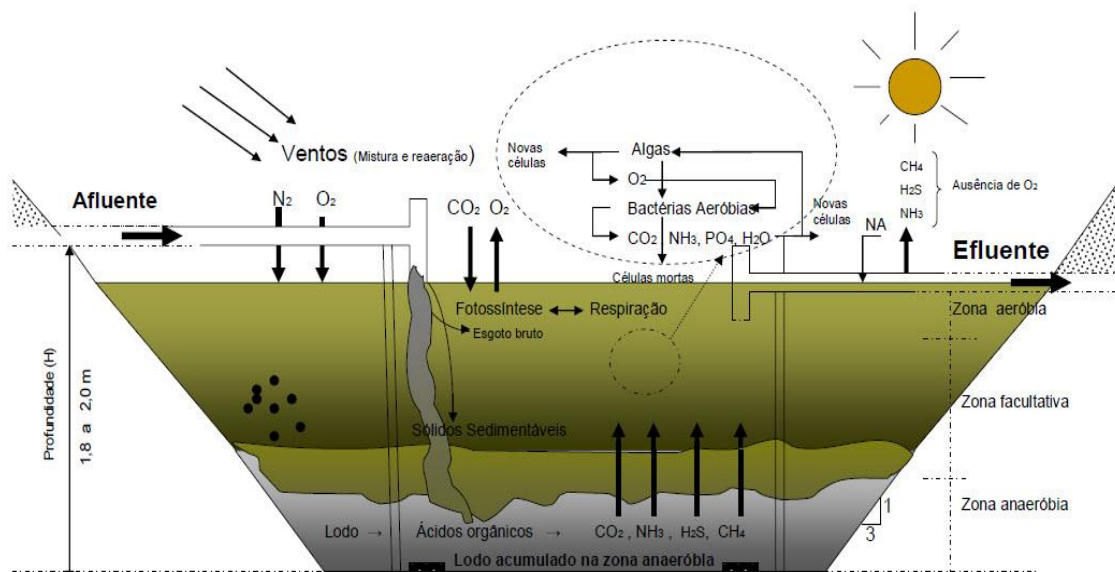
No que se refere a parâmetros para o projeto de uma Lagoa anaeróbia Silva Filho (2007) aponta alguns indicadores com base em (MARA, 1997; ESPAÑA, 1991; VON SPERLINO, 2002; JORDÃO PESSOA, 2005; MENDONÇA, 1990). A taxa de aplicação volumétrica varia de acordo com a temperatura local. O período de limpeza deve ocorrer entre três a seis anos. A relação entre comprimento e largura deve ficar na faixa entre 1 e 3 m, podendo apresentar formato quadrado ou levemente retangular. O acúmulo de lodo varia entre 0,03 e 0,10 m<sup>2</sup>/hab.ano. Demanda de área de 1,5 – 3,0 m<sup>2</sup>/hab.

Já as Lagoas facultativas (Figura 3) são aquelas que representam no seu perfil estratigráfico<sup>4</sup> uma camada anaeróbia (próxima ao fundo) e outra aeróbia (próximo a superfície).

<sup>4</sup> O termo estratigrafia, originado do latim *Stratum* e do grego *grafia* refere-se ao ramo da geografia que estuda os estratos ou camadas de rocha.

Em decorrência dessa estratificação, promovida pela profundidade da construção, a carga orgânica constante nos efluentes é removida por meio desses dois processos bioquímicos - a degradação aeróbia e anaeróbia (OLIVEIRA NETO, 2007, p.6).

Figura 3 – Desenho esquemático de lagoa facultativa



Fonte: Silva Filho (2007)

Segundo Passos (2012), as principais reações biológicas que ocorrem nas lagoas de estabilização facultativas incluem a decomposição da matéria orgânica carbonácea por bactérias facultativas (DBO solúvel e finamente particulada); nitrificação da matéria orgânica nitrogenada por bactérias; produção de oxigênio na camada superior através da fotossíntese das microalgas e redução da matéria orgânica carbonácea (parte da DBO em suspensão que sedimenta) por bactérias anaeróbias no fundo da lagoa. De forma geral, existe um equilíbrio entre o oxigênio consumido na respiração das bactérias responsável pela degradação da matéria orgânica e o oxigênio produzido pelas algas.

Neste contexto, o objetivo principal deste trabalho é avaliar o desempenho da estação de tratamento de efluente líquido de uma planta industrial de extração de óleo bruto de soja, composta de caixa de desarenadora, lagoa anaeróbia e lagoa facultativa, instalados em serie, situada no interior do estado de São Paulo (Figura 4).





Figura 4 – Vista da estação de Tratamento



Fonte: Os autores, 2016.

### **Objetivos**

**Objetivo Geral:** O objetivo deste artigo é analisar a remoção da carga orgânica por meio do desempenho de lagoas de estabilização de uma agroindústria de extração de óleos vegetais.

**Objetivos específicos:** Como objetivos específicos pretendeu-se verificar o desempenho da lagoa de tratamento anaeróbia; verificar o desempenho da lagoa de tratamento facultativa aerada e medir o desempenho do sistema de tratamento em série e ambas as lagoas.

### **Metodologia de pesquisa e de análise**

Para alcançar o objetivo proposto, utilizou-se como recurso metodológico, a pesquisa bibliográfica, realizada a partir da análise de materiais já publicados, artigos científicos divulgados no meio eletrônico e análises laboratoriais dos efluentes líquidos, antes e depois da estação de tratamento, feitos por laboratório da UNAERP – Universidade de Ribeirão Preto.

Os laboratórios que são responsáveis pela análise de efluentes líquidos e sólidos são aqueles designados para práticas de ensaio e de calibração.



# ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA

## Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

ANAP, Tupã/SP, Volume XII, 2016

ISBN 978-85-68242-22-3

CATEGORIA - ARTIGO COMPLETO

A água residuária utilizada para pesquisa que deu origem a este artigo é proveniente de uma planta industrial de extração de óleo bruto de soja, de uma agroindústria localizada no Estado de São Paulo, região da Alta Paulista.

A agroindústria, em cujas lagoas de estabilização foram realizadas a pesquisa, processa diariamente 1.800 toneladas de soja, produzindo 315 toneladas de óleo bruto e 1.440 toneladas de farelo.

As águas residuárias oriundas do processo produtivo são tratadas em um sistema constituído por tratamento preliminar que consiste no gradeamento e sedimentação dos sólidos em suspensão e na sequência em lagoas de estabilização sendo a primeira desta a lagoa anaeróbia e a segunda lagoa facultativa.

No caso estudado, a lagoa anaeróbia apresenta volume útil de 3.840 m<sup>3</sup> e tempo de detenção de 20 dias e a lagoa facultativa apresenta volume útil de 4.800 m<sup>3</sup> e tempo de detenção de 25 dias. A profundidade média das lagoas é de 4,50 m.

Para a coleta das amostras foram seguidas as recomendações da NBR 9898/1987 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que fixa as condições para coleta e preservação de amostras e de efluentes líquidos tanto domésticos quanto industriais, assim como de amostras de água, sedimentos e organismos aquáticos.

### Resultados

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios anuais dos parâmetros físico-químicos de caracterização do efluente planta industrial de extração de óleo bruto de soja (entrada) e do efluente tratado no sistema de lagoas de estabilização (anaeróbia e facultativa).

Tabela 1 – Composição das águas residuárias

Parâmetros	Entrada	Saída
Sólidos totais (mg/l)	1,8	< 0,1
Ph	7,7	7,1
Temperatura (°C)	42	20
Óleos e graxas (	430	24
DQO (mg/l)	643	94
DBO (mg/l)	325	22

Fonte: elabora pelos autores



## ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA

### *Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento*

ANAP, Tupã/SP, Volume XII, 2016

ISBN 978-85-68242-22-3

CATEGORIA - ARTIGO COMPLETO

---

A fração dos sólidos totais presentes no afluente não são expressivas e são de origem orgânica, podendo ser digeridas por processos biológicos. A remoção média dos sólidos foi quase completa.

Os valores de pH do efluente do sistema de lagoas mantiveram-se na faixa de 6,9 a 7,3, com Ph médio de 7,1, comprovando que as fases de acidogênese e metanogênese estão em equilíbrio. A concentração de óleos e graxas para o efluente do sistema de lagoas foi de 24 mg/l, sendo grande parte retirado na caixa de sedimentação e separação e óleo.

O sistema de lagoas estudadas apresentou remoção média de DQO de 85,3% e a redução média de DBO de 93,2%, acima dos 70% previsto na literatura. Essa diferença pode estar associada com o grande volume da lagoa facultativa que apresentou tempo de detenção de 25 dias. (As análises de DQO – Demanda Química de Oxigênio, foram realizadas devido à solicitação da CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo).

### **Conclusão**

A partir das análises laboratoriais foi possível avaliar o desempenho do sistema de lagoas de estabilização em sequencia e pôde-se constatar que apresentou um comportamento eficiente, visto que converteu o material orgânico e o efluente tratado com parâmetro físico-químico abaixo dos limites quantitativos regulamentados pela legislação.

Tal redução apresentou-se em termos de DQO, abaixo inclusive do que vem sendo registrado na literatura da área que aponta para 70% e no caso estudado chegou-se a 85,3% e de 93,2% na média de DBO.

Os resultados apresentados indicam que a baixo custo de implantação das lagoas de estabilização, assim como a simplicidade no processo de operação, são fortes indicadores de que é uma solução bastante viável e eficiente para o tratamento de resíduos, tanto para o DQO quanto para o DBO.

Portanto, percebe-se que tanto na perspectiva da legislação ambiental, quanto no que se refere a imagem da organização, a agroindústria estudada apresenta ações positivas para mitigar os impactos negativos ao meio ambiente.



# ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA

## *Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento*

ANAP, Tupã/SP, Volume XII, 2016

ISBN 978-85-68242-22-3

CATEGORIA - ARTIGO COMPLETO

---

### Referências Bibliográficas

ABNT NBR 9898. **Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.** 1987.

BERNARDO, Cristiane Hengler Corrêa. **Comunicação e responsabilidade socioambiental nos agronegócios.** In: Queiroz, T.R; Zuin, L. F.. (Org.). Agronegócio - Gestão, inovação e sustentabilidade. 1ed. São Paulo: Saraiva, 2015, v. 1, p. 271-284.

CERETO, Aurélio Carlos. **Integração energética da rede de trocadores de calor em extração por solvente para produção de farelo branco de soja.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

ESPAÑA. Ministro de Obras Publicas y Transporte. **Depuración por lagunaje de águas residuales:** manual de operadores. España: MOPT, 1991

FABRETI, **Pós-tratamento de efluente de lagoa de estabilização através de processo físico-químico.** Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C.A. **Tratamento de esgotos domésticos.** 4. Ed. Rio de Janeiro: ABES, 2005.

MENDONÇA, S.R. (Org). **Lagoas de estabilização e aerada mecanicamente:** novos conceitos. João Pessoa: [s.n.], 1990.

MIWA, Adriana Cristina Poli. **Avaliação do funcionamento do sistema de tratamento de esgotos de Cajati, Vale do Ribeira (SP), em diferentes épocas do ano.** Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

MOISÉS, Murilo Pereira. **Estudo do tratamento de efluentes de um complexo industrial com vistas a melhoria do sistema.** Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2011.

OLIVEIRA NETO, Gilberto Junior de & SANTOS, Harlen Inácio dos. **Análise de eficiência das lagoas facultativas da estação de tratamento de efluente municipal de Inhumas – Goiás.** Artigo técnico. Goiânia, 2007.

PASSOS, Ricardo Gomes. **Avaliação de desempenho de lagoas de estabilização por meios de dados monitoramento e modelagem fluidodinâmica computacional (CFD).** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.



## ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA

*Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento*

ANAP, Tupã/SP, Volume XII, 2016

ISBN 978-85-68242-22-3

CATEGORIA - ARTIGO COMPLETO

---

RAHMAN, Asif. **Bioremediation of domestic wastewater and production of bioproducts from microalgae using waste stabilization ponds.** Artigo Journal of Bioremediation & Biodegradation – OMICS International – ISSN 2155-6199, USA, 2012.

SILVA FILHO, Pedro Alves. **Diagnóstico operacional de lagoas de estabilização.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2007.

SILVA, S.A.; MARA, D.D. **Tratamento biológico de águas residuárias: lagoas de estabilização.** Rio de Janeiro: ABES, 1979.

SILVEIRA, Ana Gláucia Magalhães. **Análise de eficiência e confiabilidade em sistemas de baixo custo de tratamento de esgotos do tipo lagoas de estabilização.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

SÃO PAULO (Estado). **Classificação dos corpos de água no Estado de S. Paulo** – Decreto n. 8.468, 1976 (aprovação e regulamentação da Lei n. 997 de 31 maio 1976) Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Legislativo, São Paulo, SP, 8 set. 1976.

SÃO PAULO (Estado). **Altera e incluem dispositivos e anexos na Lei 997 de 31 de maio de 1976** - Decreto n. 54.487 de 2009. Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Legislativo, São Paulo, SP, 26 jun. 2009.

TAKEUTI, M.R.S. **Avaliação de desempenho de uma estação de tratamento de esgoto por lagoas de estabilização com chicanas.** Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2003.

UEHARA, M.Y.; VIDAL, W.L. (Org). **Operação e manutenção de lagoas anaeróbias e facultativas.** São Paulo: CETESB, 1989.

VON SPERLING, Marcos. Lagoas de Estabilização. 2ed. **Rev. Atual:** Belo Horizonte, 2002.