

Eixo Temático ET-01-001 - Gestão Ambiental

## **ESTUDO COMPARATIVO DO USO DE COAGULANTE/ FLOCULANTE À BASE DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* Lam. E SULFATO DE ALUMÍNIO NO TRATAMENTO DE EFLUENTE DE LATICÍNIO**

Izabela Gouveia Nascimento<sup>1</sup>, Fabio de Melo Resende<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bacharel em Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe - *Campus* do Sertão, Nossa Senhora da Glória-SE.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de Graduação da Agroindústria (NEAGROS), Nossa Senhora da Glória-SE. E-mail: izabelagouveia@outlook.com.

### **RESUMO**

O presente trabalho objetivou avaliar a influência de diferentes tipos de coagulantes no processo de coagulação/floculação aplicados no tratamento físico-químico de efluente oriundo de agroindústria de laticínios. Para isso, fez-se uso de sementes de moringa em pó, extratos aquosos e salinos com e sem óleo e o agente químico sulfato de alumínio. Os ensaios experimentais foram realizados em duplicata em *Jar Test*, usando 1 litro de efluente para cada ensaio, com temperatura, velocidade e tempo de rotação pré-estabelecidos. Ao final dos ensaios foram retiradas alíquotas de cada amostra para análise de alguns parâmetros importantes de condições e padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pelas Resoluções CONAMA n° 357/2005 e n° 430/2011: pH, cor aparente e turbidez. Com os resultados alcançados na caracterização dos experimentos, aplicou-se análise estatística, onde os valores de eficiência, pH, cor aparente e turbidez foram submetidos à Análise de Variância comparando as médias por meio do teste de Tukey a 5% de significância. Ao final, conclui-se que o uso de coagulantes extraídos a partir das sementes de Moringa mostrou-se uma fonte alternativa sustentável para uso no tratamento físico-químico de efluente de laticínio, podendo, futuramente, com o aprimoramento das técnicas de uso, vir a ser usado de maneira complementar ou a substituir o Sulfato de Alumínio.

**Palavras-chave:** Tratamento de efluentes; Moringa; Sulfato de alumínio; Legislação.

### **INTRODUÇÃO**

A disponibilidade de água doce é um dos grandes problemas enfrentados hoje, isso porque, além, da grande demanda requerida para a agricultura, indústria e abastecimento das cidades, parte da água usada está sendo eliminada sem qualquer tratamento específico (BARBOSA; MOLINA, 2012). Devido aos diversos usos diretos e indiretos dos recursos hídricos em atividades industriais, surge à necessidade da preservação e recuperação dos mesmos, algo que já vem ocorrendo e tornando-se mais evidente a cada dia. A poluição dos corpos de água tornou-se um problema mundial e seu controle é o maior desafio da gestão dos recursos hídricos, tanto no Brasil como no mundo (TEODORO et al., 2013).

Maldaner (2008) afirma que toda vez que um resíduo industrial for gerado é necessário que exista uma alternativa para o seu tratamento, pois este não deve ser acumulado indefinidamente em um determinado local e muito menos ter seus resíduos disseminados no meio ambiente de qualquer maneira.

Wissmann et al. (2013) apontam para o despertar das indústrias em relação a questão ambiental, surgindo primeiro da necessidade de adequação dos meios de produção as exigências feitas pelos órgãos de fiscalização em detrimento as penalidades previstas nas leis ambientais vigentes. De encontro a essa realidade, as indústrias de laticínios, responsáveis pela geração e alta demanda de efluentes contendo uma elevada carga orgânica, juntamente com os resíduos

sólidos provenientes das plantas de processamento, viram a necessidade da aplicação de melhorias que possibilitassem a redução dos impactos diretos causados ao meio ambiente.

As indústrias são obrigadas a adotarem o uso de tecnologias mais limpas e eficientes em seus processos produtivos, sendo assim, é de suma importância fornecer uma destinação adequada a todo e qualquer resíduo – seja ele sólido ou líquido – gerado, garantindo, assim, a manutenção do meio ambiente. Partindo desta premissa, há tempos, fontes alternativas de tratamento para os mais diversos tipos de efluentes vêm sendo estudadas e testadas, principalmente, o uso de agentes coagulantes/floculantes naturais biodegradáveis e de baixo custo em substituição, ou como um complemento, aos agentes químicos usualmente utilizados. Dentre eles, encontra-se a *Moringa oleifera* Lam., planta de origem indiana presente no semiárido sergipano, que promove, por meio de suas proteínas catiônicas, a coagulação e clarificação de águas. Assim, o presente trabalho objetivou avaliar a influência de diferentes tipos de coagulantes no processo de coagulação/floculação aplicados no tratamento físico-químico de efluente de laticínios.

## **METODOLOGIA**

Os ensaios foram realizados em dois momentos e lugares diferentes: a produção dos coagulantes naturais ocorreu no Laboratório de Bromatologia do Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS), enquanto os ensaios em *Jar Test* foram realizados no Laboratório do Núcleo de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (NUPEG) na Universidade Federal de Sergipe – Campus São Cristóvão. O efluente utilizado para a realização dos experimentos foi adquirido na agroindústria de produtos lácteos, NATULACT, situada no município de Nossa Senhora da Glória-SE.

### **Preparo dos coagulantes à base de sementes de *Moringa oleifera* Lam.**

Para o preparo dos agentes coagulantes naturais, as sementes secas e sem as cascas da moringa foram previamente trituradas até a obtenção do pó. Em seguida, pesou-se 2 g deste para o preparo dos extratos aquosos e salinos, com e sem óleo.

Para o preparo do extrato de moringa com óleo em meio aquoso, adicionou-se em um béquer 1,0 g de torta de moringa e 50 mL de água destilada, já em meio salino, adicionou-se em um béquer 1,0 g de torta de moringa e 50 mL de solução salina de NaCl a 1,0 mol/L. Em seguida, a solução foi homogeneizada durante 30 minutos por um misturador a uma rotação de 1.000 rpm. Por fim, as misturas obtidas foram separadas por meio de filtração a vácuo, em que os filtrados obtidos foram, respectivamente, o extrato de moringa com óleo em meio aquoso e o extrato de moringa com óleo em meio salino (adaptado de MIRANDA et al., 2011; SOUSA et al., 2018; ARAÚJO et al., 2011).

O óleo contido nas sementes foi extraído através do sistema de extração usando soxhlet e éter etílico P.A., onde foram pesados 2,0 g da massa da moringa em pó em pesa filtro com papel filtro e lavados à estufa a temperatura de 105 °C durante 30 minutos. A seguir, preparou-se o cartucho e o mesmo fora adicionado ao soxhlet para extração do óleo presente na amostra. Após 6 horas de extração, o cartucho contendo a amostra foi retirado do aparelho extrator e levado à estufa a 105 °C durante 1 hora. Após seco, retirou-se a amostra do cartucho, repetiu-se a metodologia acima para preparo de extratos aquoso e salino, porém, desta vez, sem óleo.

### **Ensaio de coagulação/floculação realizados em *Jar Test***

Para a realização dos ensaios, utilizou-se 1 litro de efluente para cada tratamento. Os ensaios foram realizados a temperatura ambiente entre 28 e 29 °C, mantendo-se as mesmas condições de pressão e temperatura durante todo o processo. O pH do efluente estava em 4,0. O tempo e velocidade de rotação em *Jar Test* ficaram definidas em: velocidade rápida de 160 rpm durante 5 minutos e velocidade lenta de 20 rpm durante 15 minutos, com repouso de 2 horas para ação dos coagulantes.

Devido ao aparelho *Jar Test* possuir capacidade para seis jarros, foram realizados dois ensaios por vez. Sendo assim, primeiramente, foram-se medidos os pHs das amostras do efluente de laticínio, como os agentes coagulantes atuam melhor em meio alcalino, fez-se necessário correção utilizando 2 g da solução de NaOH até que mesmo atingisse uma faixa entre 9,0 e 10,0, em seguida, foram adicionados os coagulantes. Após os processos de homogeneização rápida, promovendo a coagulação, e homogeneização lenta, promovendo a floculação, seguiu-se a etapa de repouso das amostras, para a decantação das partículas suspensas. Após o período de repouso, ocorreu a medição dos pHs finais dos tratamentos e os sobrenadantes foram retirados, ficando ao fundo dos jarros do *Jar Test* apenas o lodo residual que foi descartado em seguida.

Ao final dos ensaios, os dados obtidos foram quantificados e tabulados. De cada amostra foram retiradas alíquotas para determinação dos parâmetros de cor aparente através de método espectrofotométrico, utilizando espectrofotômetro de absorção molecular UV-VIS no comprimento de onda de 456 nm, turbidez através de Turbidímetro DM-TU de acordo com o Standard Methods of Examination of Water and Wastewater ed. 2017 e análises de absorvância em espectrofotômetro 800Xi a 680 nm.

Por conseguinte a tabulação dos dados obtidos, seguiu-se a etapa de cálculo das médias de absorvância, por meio da equação na Figura 1.1, para avaliação da eficiência dos tratamentos aplicados ao efluente de laticínio com os diferentes tipos de coagulantes.

$$\%Ef = \left( \frac{Abs_i - Abs_f}{Abs_i} \right) \times 100\% \quad (1.1)$$

Onde:

Abs<sub>i</sub> = Absorvância inicial (efluente bruto)

Abs<sub>f</sub> = Absorvância final (tratamentos)

### Análise dos dados

Para esta pesquisa fez-se uso do Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Os dados obtidos foram submetidos a avaliações estatísticas para análises físico-químicas dos seus tratamentos (Coagulantes/Floculantes), na qual os resultados foram analisados por Análise de Variância (ANOVA) e teste de média Tukey ao nível de 5% de significância pelo programa *Statistica 5.0*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados alcançados na caracterização dos experimentos, os dados de eficiência, pH, cor aparente e turbidez foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), onde, as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey a 5% de significância (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análise de variância, expressos em média, para os parâmetros físico-químicos de Eficiência (Absorvância), pH, Cor aparente e Turbidez para os tratamentos.

Tratamento	Eficiência/Abs	pH	Cor aparente	Turbidez
Extrato aquoso com óleo	59,66a	10,0a	0,7310bc	637,00a
Extrato salino com óleo	64,09a	8,0a	1,1773abc	632,50a
Extrato aquoso sem óleo	50,41a	8,3a	1,5066ab	730,00a
Extrato salino sem óleo	61,75a	9,6a	1,2361ab	397,00a
Semente em pó	46,10a	9,3a	1,6768a	639,50a
Sulfato de alumínio	86,49a	10,0a	0,4343c	83,90a

Fonte: O(a) autor(a). \*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade do teste de Tukey.

Analisando a eficiência dos tratamentos aplicados ao efluente de laticínio utilizando diferentes tipos de coagulantes/floculantes, em questão de eficiência por meio de análise de absorvância, os tratamentos à base de sementes de *Moringa oleífera* Lam. foram considerados satisfatórios apenas para os extratos aquosos e salinos com e sem óleo quando comparados aos resultados com o uso do sulfato de alumínio, tendo em vista que o sulfato de alumínio é o coagulante mais utilizado, devido à excelente formação do floco, segundo Carvalho (2008).

O pH ficou numa faixa entre 8,0 e 10,0 de atuação, porém, o extrato salino com óleo e extrato aquoso sem óleo apresentaram melhores resultados finais para o efluente tratado. A variação de pH é normal, de acordo com o Manual Técnico para Coleta de Amostras de Águas (2009), pH e turbidez, em particular, frequentemente, variam durante o dia. E por atuar em diversos equilíbrios químicos desencadeados de maneira natural ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos, principalmente, porque os processos de coagulação e floculação dependem deste (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2010 *apud* Scuracchio, 2010; Piveli, 2001) para que haja uma ótima ação do coagulante aplicado.

No quesito cor aparente todos os tratamentos apresentaram bom desempenho, porém, quando comparados ao sulfato de alumínio, os extratos aquoso e salino com óleo obtiveram eficácia semelhante a este. A eficácia de redução substancial de cor usando extrato aquoso, oriundo de sementes de *Moringa oleífera* Lam., no tratamento de água para consumo humano foi comprovada por Scuracchio (2010), que evidenciou também redução de turbidez e a existência, praticamente, de particulado no sobrenadante ao final do tratamento. Caldeira (2012) confirma a existência de pesquisas que descrevem o potencial da moringa no tratamento de água, apresentando resultados satisfatórios na redução da turbidez. No entanto, em questão de turbidez, todos os resultados obtidos por meio dos experimentos em *Jar Test* foram considerados iguais estatisticamente.

Ao avaliar a Resolução CONAMA n° 357/2005, o efluente de laticínio devidamente tratado se enquadra como água doce de classe 2 que pode ser destinada ao abastecimento para consumo humano, após passar por tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário (conforme Resolução CONAMA n° 274/2000); à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e atividade de pesca (BRASIL, 2005).

Na Tabela 2 encontram-se listados os parâmetros quantitativos de qualidade avaliados neste trabalho, bem como suas respectivas relações de conformidade estabelecidos pelo CONAMA, comparando os resultados obtidos neste estudo com os limites fixados pelas Resoluções CONAMA n° 357/2005 e n° 430/2011.

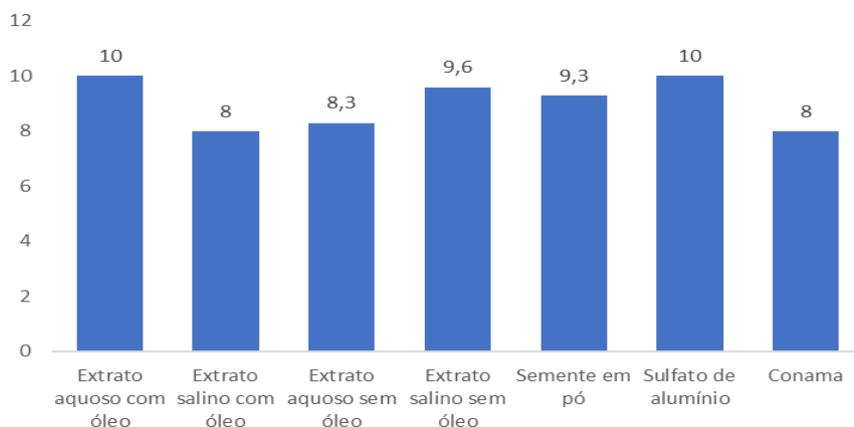
**Tabela 2.** Limites de parâmetros monitorados segundo o CONAMA *versus* os parâmetros analisados.

Parâmetros de qualidade	CONAMA n° 357/2005 e n° 430/2011	Extrato aquoso c/ óleo	Extrato salino c/ óleo	Extrato aquoso s/ óleo	Extrato salino s/ óleo	Moringa em pó	Sulfato de alumínio
pH	6 a 9	10	8	8,3	9,6	9,3	10
Cor aparente	≤ 75	0,7310	1,1773	1,5066	1,2361	1,6768	0,4343
Turbidez	≤ 100	637,00	632,50	730,00	397,00	639,50	83,90

Fonte: O(a) autor(a).

Para um melhor vislumbre da eficácia dos tratamentos usando agentes coagulantes naturais, à base de sementes de *Moringa oleífera* Lam., e químicos, com sulfato de alumínio, foram-se gerados gráficos quanto aos parâmetros de pH, cor aparente e turbidez avaliados comparando-os aos limites estabelecidos pelas Resoluções 357/2005 e 430/2011 (TABELA 2.).

A Figura 1 demonstra o comportamento do pH após o tratamento físico-químico usando diferentes tipos de coagulantes nos ensaios realizados em *Jar Test*.

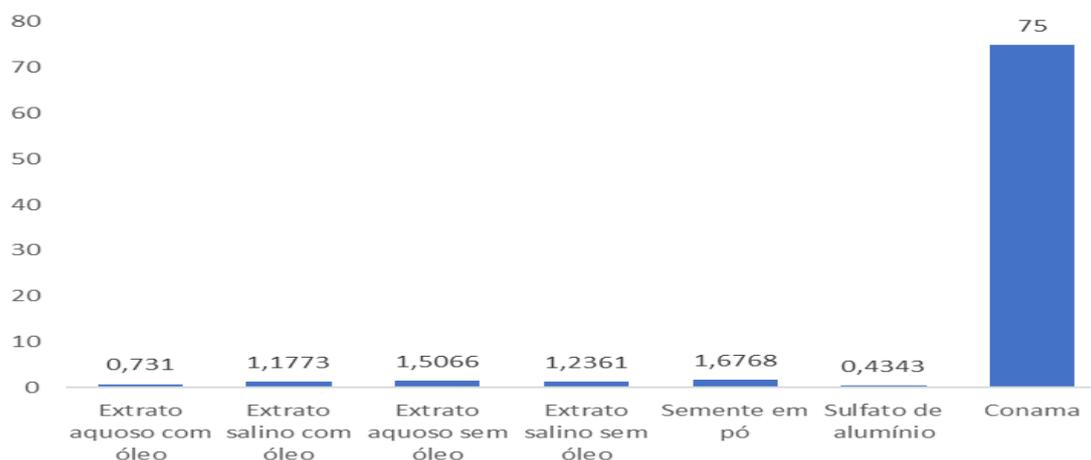


**Figura 1.** Parâmetro pH analisado para cada tratamento *versus* CONAMA. Fonte: O(a) autor(a).

O pH do efluente bruto de laticínio 4,0, após correção com 2 g de solução de NaOH, este ficou numa faixa entre 9 e 10. Subsequente ao tratamento – utilizando as sementes da moringa em forma de extratos salinos e aquosos com e sem óleo, em forma de pó e o sulfato de alumínio –, os valores de pH oscilaram entre 8 e 10.

De acordo com o CONAMA, os limites de pH para lançamento de efluentes em corpos d’água devem estar entre 6 e 9, sendo assim, apenas os tratamentos utilizando extrato aquoso com óleo e extrato salino sem óleo estariam dentro destes limites e aptos a serem despejados nos corpos receptores sem agredir ao meio ambiente.

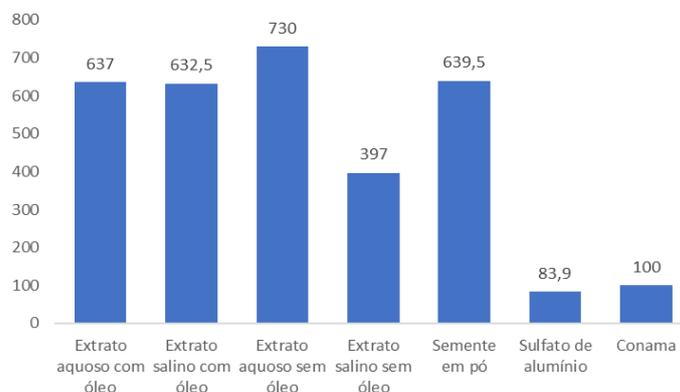
A Figura 2 representa os percentuais de remoção do parâmetro cor aparente em relação ao que delimita o CONAMA.



**Figura 2.** Parâmetro Cor aparente analisado para cada tratamento *versus* CONAMA. Fonte: O(a) autor(a).

Inicialmente, o efluente bruto de laticínio apresentava coloração aparente de 2,6309 mgPt/L, após as etapas do tratamento físico-químico os índices de remoção desta demonstraram um bom desempenho dos agentes coagulantes. Assim, com base no que estabelece o CONAMA, o limite de cor para o lançamento de efluentes em corpos d’água deve ser menor igual a 75 mgPt/L, portanto, todos os tratamentos se enquadraram dentro destes limites.

Os padrões de lançamento de cor do efluente de laticínio foram avaliados de maneira diferente do que rege o CONAMA. Nesta pesquisa, tal como explica Martins (2014) em seu estudo, foi-se avaliada a cor aparente do efluente, uma vez que a Resolução CONAMA n° 357/2005 avalia a cor verdadeira para o controle da emissão de efluentes em corpos hídricos, porém, considerando que, obrigatoriamente, a cor verdadeira é inferior a cor aparente devido a metodologia de obtenção destes parâmetros, ainda assim é possível fazer uma comparação entre estes parâmetros.



**Figura 3.** Parâmetro Turbidez analisado para cada tratamento *versus* CONAMA. Fonte: O(a) autor(a).

Quanto ao parâmetro de turbidez, a Figura 4 representa o percentual de remoção da turbidez em relação ao que delimita o CONAMA. Diferentemente do que houve com a cor aparente, neste quesito, apenas o tratamento utilizando o agente coagulante químico sulfato de alumínio se enquadrou ao que estabelece o órgão ambiental, ou seja, este foi o único cujo resultado encontra-se na faixa de menor igual a 100 mg/L.

## CONCLUSÕES

Sendo assim, pode-se concluir com esta pesquisa que o uso de coagulantes naturais extraídos a partir das sementes secas e trituradas da *Moringa oleífera* Lam. mostrou-se como uma fonte alternativa sustentável para uso experimental no tratamento físico-químico de efluente de laticínio, podendo, futuramente, com o aprimoramento das técnicas de uso, vir a ser usado de maneira complementar ou a substituir o sulfato de alumínio, que é o mais comumente utilizado para este fim. Os resultados obtidos por meio dos ensaios realizados em *Jar Test* demonstraram potencial satisfatório quanto ao uso dos extratos aquosos e salinos com e sem óleo quando comparados aos resultados com o uso do sulfato de alumínio em questão de eficácia dos tratamentos aplicados ao efluente de laticínio, utilizando diferentes tipos de agentes coagulantes por meio de análise de absorvância. Quanto aos parâmetros de pH, cor aparente e turbidez, avaliados de acordo com os padrões de lançamento de efluentes em corpos d'água regidos pelo CONAMA, estiveram dentro dos limites estabelecidos para pH apenas extrato aquoso com óleo e extrato salino sem óleo; para cor aparente todos se enquadraram, e para turbidez apenas o sulfato de alumínio obteve um bom desempenho de remoção estando dentro dos limites regidos pela legislação ambiental.

Conclui-se também que a quantidade de lodo residual como corpo de fundo nos jarros gerado pelo agente coagulante químico fora maior quando comparada aos agentes coagulantes naturais.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, N. A.; RODRIGUES, R. S.; MOITINHO, A.; GOMES, M. C. M.; SANTANA, C. R.; SILVA, G. F. Eficiência dos extratos aquoso e salino de *Moringa Oleifera* Lam no tratamento do efluente gerado na produção de biodiesel. In: World Water Congress, 14, 2011, Pernambuco. **Anais...** Pernambuco, 2011. p. 11. Disponível em: <<https://iwra.org/member/congress/resource/PAP00-5829.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

BARBOSA, F. A.; MOLINA, L. R. **Conjuntura da carne bovina no mundo e no Brasil**. 2012. Disponível em: <<http://www.agronomia.com.br/>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. Resolução nº 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**. Diário Oficial da União. Poder executivo, Brasília, DF, 18 de março de 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. **Dispõe sobre 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**. Diário Oficial da União. Poder executivo, Brasília, DF, 16 de maio de 2011.

CALDEIRA, N. C. A. **Avaliação da Moringa oleifera Lam. para remoção de dureza de águas**. 2012. 38 f. Monografia (Recursos Hídricos e Ambientais) – Universidade Federal de Minas Gerais - Instituto de Ciências Agrárias: Montes Claros. 2012.

CARVALHO, M. J. H. **Uso de Coagulantes Naturais no Processo de Obtenção de Água Potável**. 2008. 154f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

MALDANER, T. L. **Levantamento das alternativas de minimização de impactos gerados pelos efluentes de abatedouros e frigoríficos**. Brasília, 2008.

MANUAL TÉCNICO PARA COLETA DE AMOSTRAS DE ÁGUAS. 2009, Florianópolis-SC. Disponível em: <[http://www.ctec.ufal.br/professor/elca/manual\\_coleta\\_%C3%81gua.pdf](http://www.ctec.ufal.br/professor/elca/manual_coleta_%C3%81gua.pdf)>. Acesso em: 24.Abril.2019.

MARTINS, H. C. **Estudo Sobre os Processos de Coagulação, Floculação e Decantação em Efluentes Oriundos de Usina Canavieira**. 2014. 56p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

MIRANDA, C. S. A.; PEREIRA, D. F.; ARAÚJO, N. A.; SANTOS, T. M.; CAVALCANTI, E. B.; SILVA, G. F. Estudo da Eficiência da Semente e do Extrato da Moringa no Tratamento de Água Produzida. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás, 6, 2011, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2011. 8 p. Disponível em: <[http://www.portalabpg.org.br/site\\_portugues/anais/anais6/publicacoes/repositorio/trabalhos/01320129042011135.pdf](http://www.portalabpg.org.br/site_portugues/anais/anais6/publicacoes/repositorio/trabalhos/01320129042011135.pdf)>. Acesso em: 08 abr. 2019.

PIVELI, R. Curso Qualidade das Águas e Poluição: **Aspectos Físico-Químicos**. Notas de Aula, EEUSP, 2001. Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br/leb/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%206%20%20Alcalinidade%20e%20Acidez.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2019.

SCURACCHIO, P. A. **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos-SP**. 2010. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade De Ciências Farmacêuticas. Campus de Araraquara: Araraquara. 2010.

SOUSA, A. J. S.; FERNANDES, W. C. G.; OLIVEIRA, E. L.; MARQUES, R. C. P. Tratamento de efluentes de oficinas automotivas para o reuso usando sementes de moringa. In: Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 6, 2018, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves, 2018. 06 p. Disponível em: <[https://siambiental.ucs.br/congresso/getArtigo.php?id=66&ano=\\_sexto](https://siambiental.ucs.br/congresso/getArtigo.php?id=66&ano=_sexto)>. Acesso em: 10.Abril.2019

TEODORO, A.; IDE, C. N.; RIBEIRO, M. L.; BROCH, S. A. O.; SILVA, J. Implementação do conceito Capacidade de Diluição de Efluentes no modelo de qualidade da água QUALUMG: estudo de caso no Rio Taquarizinho (MS). **SciELO. Eng. Sanit. Ambiental**. Vol. 18, nº. 3, Rio de Janeiro, July / Sept. 2013.

WISSMANN, M. A.; HEIN, A. F.; NEULS, H. Geração de resíduos: uma análise da ecoeficiência nas linhas de produção em uma indústria de laticínios e a influência sobre os custos ambientais. **Custos e @gronegocio online**, v. 9, n. 4, p 83-103, Out/Dez, 2013. ISSN 1808-2882.