

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS LONDRINA
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

Gabriele Lopes Silva

Análise do uso de coagulantes orgânicos no tratamento de efluente industrial gerado no processo de fiação de seda.

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**LONDRINA
2019**

Gabriele Lopes Silva

Análise do uso de coagulantes orgânicos no tratamento de efluente industrial gerado no processo de fiação de seda.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Ferreira

Co orientador: Prof^a. Dra. Edilaine Regina Pereira

**LONDRINA
2019**



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina
Coordenação de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

Análise do uso de coagulantes orgânicos no tratamento de efluente industrial gerado no processo de fiação de seda.

por

Gabriele Lopes Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no dia 24 de Junho de 2019 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho Aprovado.

Prof. Dra. Banca 1: Ana Paula Cosso
(UTFPR)

Prof. Dr. Banca 2: Reginaldo Fidelis
(UTFPR)

Prof. Dr. Marco Antônio Ferreira
(UTFPR)
Orientador

Profa. Dra. Edilaine Regina Pereira
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Ambiental

“Sei que meu trabalho é uma gota no oceano, mas sem ele o oceano seria menor”

Madre Teresa de Calcutá

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pela dádiva da vida e infinito amor.

Aos meus pais, José Ricardo e Joselma, por todo apoio e compreensão. Por estarem comigo torcendo pelo meu sucesso. Agradeço a minha irmã, Talita, pela amizade e paciência durante todos esses anos.

Agradeço ao meu namorado, João Henrique, pois sempre esteve comigo em todas as fases da graduação, dividindo as conquistas e as dificuldades, sempre me apoiando e incentivando.

Aos meus colegas de graduação, principalmente ao Dandley Vizibelli, pela amizade e por compartilhar os momentos de alegria de tristeza.

Meus sinceros agradecimentos ao Prof. Marco Antônio Ferreira e à Prof.^a Dr.^a Edilaine Regina Pereira, pela paciência, apoio, ensinamentos e pela orientação durante a realização deste trabalho.

Agradeço ao grupo de iniciação científica, da Prof.^a Dr.^a Edilaine Regina Pereira, pelo auxílio durante as análises laboratoriais.

A todos funcionários e terceirizados da Fiação de Seda BRATAC s.a., pela atenção, amizade e aprendizado durante meu estágio, e pelo apoio fornecido durante a realização desse trabalho.

A todos os professores do curso de Engenharia Ambiental pelos ensinamentos e incentivos durante a graduação.

Meus sinceros agradecimentos a todos que não tenham sido citados, porem contribuíram direta ou indiretamente.

RESUMO

SILVA, G. L. **Análise do uso de coagulantes orgânicos no tratamento de efluente industrial gerado no processo de fiação de seda.** 2019. 60 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2019.

O processo do fio de seda gera grande quantidade de efluente, devido ao fluxo de seu processo produtivo. Efluentes da indústria de seda são fontes abundantes de sericina uma vez que é removida do fio de seda no processo de cozimento, onde os casulos são cozidos em água quente sob pressão, afim de amolecer a goma de sericina, fazendo as fibras desenrolarem mais facilmente. Levando em consideração o risco de poluição ambiental, que pode ser causado devido ao lançamento desse efluente nos corpos hídricos receptores, o tratamento do efluente torna-se fundamental. Sabendo do potencial poluidor do efluente em estudo, foi proposto um comparativo entre aplicação de dois coagulantes orgânicos diferentes (extraído da semente de Moringa oleífera e Tanino), para condições diferentes do processo de tratamento. O experimento foi realizado em Jar-Test usando concentração pré estabelecidas de coagulante, sendo que todo o procedimento foi realizado em triplicada com coletas nos tempos de 10, 30, 50 e 70 minutos de sedimentação. Foram analisados os parâmetros de cor aparente, turbidez, condutividade elétrica, pH, demanda química de oxigênio, sólidos dissolvidos e sólidos totais. Os melhores resultados para remoção de cor aparente, foram obtidos utilizando o coagulante Moringa oleífera, devido sua elevada eficiência antes e depois do processo de filtração, bem como o parâmetro turbidez. A análise dos sólidos dissolvidos, observa-se que o coagulante com maior eficiência de remoção, foi o Tanino. Nota-se nos ensaios antes do processo de filtração, os valores de remoção de ambos coagulantes, permaneceram constantes ao longo dos 70 minutos de sedimentação, porém o Tanino já apresentou maior eficiência de remoção quando comparado a Moringa. Já os melhores resultados para a DQO, foram obtidos com a utilização da Moringa oleífera. Assim após a realização do presente estudo, recomenda-se a aplicação do coagulante Moringa oleífera para o tratamento desse efluente específico, devido sua elevada eficiência tanto nos processos de sedimentação e filtração.

Palavras-chave: Moringa oleífera; Tanino; Seda; Efluente

ABSTRACT

SILVA, G. L. **Analysis of the use of organic coagulants in the treatment of industrial effluents in the process of silk spinning.** 2019. 60 p. Graduation in Environmental Engineering, Federal Technological University of Paraná. Londrina, 2019.

The silk yarn's process generates large amount of effluent due to production process flow. Silk industry effluent are sources of serycin since it is removed from the silk yarn in the baking process, where the cocoons are cooked in hot water under pressure to soften the serycin gum, making the Fibers unroll more easily. Considering the risk of environmental pollution, which can be caused due to the release of this effluent in the receiving hydrous bodies, the treatment of the effluent becomes essential. Knowing the pollutant potential of the effluent under study, a comparison between the application of two different organic coagulants (extracted from the seed of *Moringa oleifera* and Tanino) was proposed for different conditions of the treatment process. The experiment was carried out in Jar-Test using pre - established coagulant concentration, and the whole procedure was performed in triplicate with collections at 10, 30, 50 and 70 minutes of Sedimentation. The parameters of apparent color, turbidity, electrical conductivity, pH, chemical oxygen demand, dissolved solids and total solids were analyzed. The best results for apparent color removal were obtained using the *Moringa oleifera* coagulant due to high efficiency before and after the filtration process, as well as the turbidity parameter. It was observed on analysis of dissolved solids that the coagulant with greater efficiency was Tanino. It is noted in the essays before the filtration process, the removal values of both coagulants, remained constant over the 70 minutes of sedimentation, but the Tanino already presented higher removal efficiency when compared to *Moringa*. The best results for COD were obtained with the use of *Moringa oleifera*. Thus, after the present study, the application of *Moringa oleifera* Coagulant is recommended for the treatment of this specific effluent due to its high efficiency in both sedimentation and filtration processes.

Key-words: *Moringa oleifera*; Tannin; Silk; effluent

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Filamentos de fibroína unidos por sericina.....	6
Figura 2 - Fluxograma do processo produtivo	8
Figura 3- Estrutura Molecular da Sericina.	9
Figura 4 - Árvore e flor da Acácia-Negra	14
Figura 5 - Determinação das concentrações de coagulantes	24
Figura 6 - Aparato experimental completo, Jar-Test e filtros	26
Figura 7 - Amostras coletadas durante os ensaios	28
Figura 8 - Análise do parâmetro pH em relação ao tempo de sedimentação.....	29
Figura 9 - Gráficos de porcentagem de redução de cor aparente	31
Figura 10 – Gráfico de remoção do parâmetro turbidez.....	34
Figura 11- Gráfico do parâmetro turbidez	35
Figura 12 - Gráfico do parâmetro condutividade elétrica.....	36
Figura 13 - Gráfico de porcentagem de remoção do parâmetro sólidos totais dissolvidos.....	37
Figura 14- Resultado da análise de sólidos totais	39
Figura 15- Gráfico de porcentagem de remoção da DQO na repetição 4 e filtração.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Padrões estabelecidos pelas legislações CONAMA 430 e CONAMA 357 ..2	
Tabela 2: Determinação das concentrações de coagulantes3	
Tabela 3: Condições de operação das etapas de tratamento.4	
Tabela 4: Tempo de decantação para cada amostra4	
Tabela 5: Procedimento de coleta das amostras.5	
Tabela 6: Parâmetros analisados, equipamentos e metodologia6	
Tabela 7: Características do efluente bruto.....8	
Tabela 8: Resultados da Análise de Variância para o parâmetro pH. 10	
Tabela 9: Comparação das médias do parâmetro pH..... 10	
Tabela 10: Resultados da Análise de Variância para o parâmetro cor aparente..... 12	
Tabela 11: Comparação das médias do parâmetro cor aparente 13	
Tabela 12: Resultados da Análise de Variância para o parâmetro cor aparente 15	
Tabela 13: Comparação das médias de turbidez de cada coagulante..... 16	
Tabela 14: Resultados da Análise de Variância para o parâmetro sólidos dissolvidos 17	
Tabela 15: Comparação das médias do parâmetro de condutividade elétrica 18	
Tabela 16: Resultados da Análise de Variância para o parâmetro sólidos dissolvidos 19	
Tabela 17: Comparação das médias de sólidos dissolvidos 40	
Tabela 18: Resultados da Análise de Variância para o parâmetro de serie de sólidos totais..... 42	
Tabela 19: Resultados da Análise de Variância para o parâmetro de demanda química de oxigênio 43	
Tabela 20: Comparação das médias de redução de demanda química de oxigênio 43	

Sumário

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	2
2.1 OBJETIVO GERAL.....	3
3 REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1 HISTÓRICO.....	4
3.2 SEDA	5
3.3 PROCESSO PRODUTIVO.....	6
3.4 EFLUENTE GERADO NO PROCESSO	8
3.5 TRATAMENTO DE EFLUENTES	9
3.6 PROCESSOS DO TRATAMENTO DE EFLUENTES.....	11
3.6.1 Coagulação	11
3.6.2 Floculação	11
3.6.3 Sedimentação	12
3.7 COAGULANTES	12
3.7.1 Tanino.....	13
3.7.2 Moringa Oleifera	14
3.8 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	16
3.9 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA.....	17
3.9.1 Características Físicas	17
3.9.1.1 Turbidez.....	17
3.9.1.2 Cor aparente.....	18
3.9.1.3 Condutividade elétrica.....	18
3.9.1.4 Serie de sólidos totais	18
3.9.1.5 Sólidos dissolvidos	20
3.9.2 Características Químicas	20
3.9.2.1 pH.....	20
3.9.2.2 Demanda química de oxigênio	21
4 MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1 LOCAL DE ORIGEM DAS AMOSTRAS	22
4.2 AMOSTRAGEM	22
4.3 LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS	23
4.4 PREPARAÇÃO DA SOLUÇÃO SALINA DO COAGULANTE <i>Moringa Oleifera</i>	23

4.5 PRÉ ENSAIO.....	23
4.6 PROCEDIMENTOS DE ENSAIO.....	23
4.7 PARÂMETROS ANALISADOS.....	26
4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1 pH.....	29
5.2 Cor aparente.....	31
5.3 Turbidez.....	33
5.4 Condutividade elétrica.....	36
5.5 Sólidos totais dissolvidos.....	38
5.6 Série de sólidos totais.....	40
5.7 DQO.....	42
6 CONCLUSÕES.....	44
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
8 ANEXOS.....	51

1 INTRODUÇÃO

A água, além de ser essencial para manutenção da vida, é um recurso natural de grande importância para atividades industriais, onde é utilizada nas etapas de processamento, sistemas de refrigeração, geração de vapor, entre outras.

Após o uso da água pelas indústrias, diversos poluentes são incorporados, alterando suas características físicas, químicas e sensoriais, gerando assim os efluentes líquidos, que não podem ser descartados diretamente no corpo receptor hídrico, por apresentarem alta capacidade de poluição.

A indústria têxtil utiliza grandes volumes de água em seu processo produtivo, sendo esta um dos seus principais insumos. A cadeia têxtil e de confecção é constituída por grandes setores industriais, como a fiação, tecelagem, confecção e comércio. Tais seguimentos possuem papel importante na economia do país, pois proporcionam grande absorção de mão de obra, gerando renda e receita para o país (COSTA;ROCHA, 2009; SILVA,2009).

Dentro do segmento têxtil, o setor de fibras é considerado como fundamental, marcando o início de toda cadeia produtiva. As fibras têxteis são classificadas como não naturais, sintéticas e artificiais, e naturais, que podem ser obtidas por meio da pele de alguns animais ou pela secreção, como é o caso da seda (BRITES et al., 2010).

A seda é uma das fibras mais antigas conhecida pelo homem. O bicho da seda, vem sendo domesticado pelo homem a cerca de 5.000 anos, visando a produção dos fios e tecidos (SANTOS et al., 2016). Seu modo de produção é denominado como sericicultura, o qual apresenta baixo impacto ambiental, contribui com a diminuição do êxodo rural e possui significativa importância econômica, o que a qualifica como uma das atividades ideais para o incremento da economia nacional (SANTOS et al., 2011).

Efluentes da indústria de seda são fontes abundantes de sericina, proteína responsável pela rigidez do casulo, a qual é removida do fio de seda no processo de cozimento, onde os casulos são cozidos em água quente sob pressão, afim de amolecer a goma da proteína, fazendo as fibras desenrolarem mais facilmente (SILVA, 2016).

A sericina é responsável por causar grandes quantidades de matéria orgânica nos efluentes de seda (AYGÜN, 2008). Esses efluentes contendo altos níveis de carga orgânica, quando lançados sem tratamento em corpos hídricos, reduzem a quantidade de oxigênio dissolvido, promovendo um aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) em água. Estes efeitos, por sua vez, podem causar a eutrofização das massas de água receptoras.

Levando em consideração o risco de poluição ambiental, que pode ser causado devido ao lançamento desse efluente nos corpos hídricos receptores, o tratamento do efluente torna-se fundamental.

Durante o processo de tratamento de efluente convencional, um dos primeiros passos, na entrada do efluente bruto de uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), é a coagulação química. A coagulação consiste em adicionar o composto químico ao efluente bruto na ETE, promovendo no mesmo instante, por meio de mistura rápida hidráulica ou mecânica, a homogeneização da mistura (PAVANELLI, 2001). Caso essa etapa não tenha êxito, todas as demais etapas estarão prejudicadas, podendo ocorrer, em certos casos, o lançamento irregular do efluente, não atingindo os padrões exigidos na legislação CONAMA 430.

Mediante a importância da coagulação na ETE, tornam-se imprescindíveis estudos mais aprofundados sobre os tipos de coagulantes existentes,

O uso de diferentes coagulantes vem sendo estudado em diversos setores, bem como a substituição dos coagulantes inorgânicos por coagulantes orgânicos, por serem biodegradáveis, atóxicos e gerarem menor quantidade de lodo residual, e também devido às semelhanças na eficiência de remoção de cor aparente, turbidez e matéria orgânica quando comparados com os inorgânicos (FERRARI, 2015).

Existe uma escassez de estudos sobre o uso de coagulantes orgânicos no tratamento do efluente gerado no processo de fiação de seda, posto que não foram encontrados, em literatura científica, dados sobre o referido tema.

Nessa perspectiva, o presente estudo tem como objetivo analisar o uso de coagulantes orgânicos utilizados para o tratamento do efluentes gerados no processo industrial de fiação de seda, sendo analisado estatisticamente, os testes utilizados foram: o teste de normalidade, ANOVA e o método de Kruskal-Wallis.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este experimento tem como objetivo geral, analisar o tratamento de água residuária do processo de fiação de seda, através da aplicação dos coagulantes naturais de Moringa oleífera e Tanino (Tanfloc SG), bem como a implementação do uso de ferramentas estatísticas de análise, no intuito de melhorar o desempenho do sistema de coagulação no tratamento de efluente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito da Moringa oleífera e do Tanfloc SG, como uma alternativa para a melhoria da qualidade do efluente industrial;
- Efetuar os ensaios de coagulação/floculação/sedimentação/filtração conforme a metodologia pertinente;
- Por meio dos resultados obtidos a partir dos ensaios, comparar a eficiência na remoção dos parâmetros: cor aparente, turbidez, sólidos totais, sólidos dissolvidos e DQO;
- Acompanhar o comportamento dos parâmetros de condutividade elétrica e pH;
- Avaliar o resultado comparando-a com parâmetro de controle fornecido pela legislação.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 HISTÓRICO

De acordo com Fonseca e Fonseca (1988), o desenvolvimento da sericicultura teve início na China, através da criação do bicho-da-seda, com o objetivo de produzir fibra têxtil. Segundo relato de pesquisadores, o primeiro país que aprendeu os segredos da China foi a Coréia e daí expandiu-se para o Japão, Índia e Tibete. Neste último, segundo outra versão, o rei do Tibete casou-se com uma princesa da China, que trouxe em seu véu de casamento, ovos do bicho-da-seda e sementes de amoreira.

No império romano, o tecido era apreciado valendo literalmente seu peso em ouro (CUNHA, 2007). Com a diminuição do contato entre a Europa e a Ásia, foram necessários alguns séculos para que o bicho-da-seda atingisse a Europa, especialmente a França, Itália e Espanha, o que ocorreu após as cruzadas.

Durante o século IV, a sericicultura estava bem estabelecida na Índia e na Ásia Central, quando os britânicos chegaram e encontraram um comércio de seda florescente (CUNHA, 2007). Pouco a pouco, a indústria vinda do Oriente expandiu-se pela Itália e França, meados de 1340.

Por volta do séc. XVIII, a Inglaterra já conduzia a Europa na manufatura de seda devido às suas inovações na indústria têxtil, que incluíam teares de tecer seda, teares mecânicos e impressão rotativa. Em 1870, no entanto, uma epidemia denominada doença de Pebrine, causada por um pequeno parasita, assolou a indústria. Os mais importantes estudos sobre bichos-da-seda foram desenvolvidos durante esse período, demarcando um nível elevado para uma abordagem científica da produção de seda, motivo pelo qual atualmente, a produção de seda se apresenta como o resultado de uma combinação de técnicas antigas e modernas.

No Brasil, a seda foi introduzida somente no século XIX, durante o reinado de D. Pedro I, no Estado do Rio de Janeiro, no município de Itaguaí, onde foi instalada a primeira indústria de seda nacional “Imperial Companhia Seropédica Fluminense” (FONSECA E FONSECA, 1988). Posteriormente a atividade se desenvolveu em Minas Gerais com a instalação da 1ª Estação Experimental de Sericicultura, no município de Barbacena, em 1912.

No ano de 1921, a sericicultura recebeu estímulo para se instalar em São Paulo, com a criação da S/A Indústria de Seda Nacional, na cidade de Campinas. Em

1.940, foi fundada em Bastos – São Paulo, pelos imigrantes japoneses, a Sociedade Colonizadora do Brasil – “Brajiru Takushoku Kumiai”, do qual originou a Fiação de Seda BRATAC S.A., hoje a maior indústria de fiação de seda que atua no Brasil.

3.2 SEDA

A seda é considerada uma fibra têxtil natural, secretada por larvas de uma variedade de insetos do filo Arthropoda, sendo o principal o *Bombyx mori*, denominado como bicho-da-seda. Esta fibra tem por finalidade o recobrimento do inseto e a sua proteção durante a fase de transformação da larva em pupa, e posterior transformação em mariposa (MAUERSBERGER, 1954).

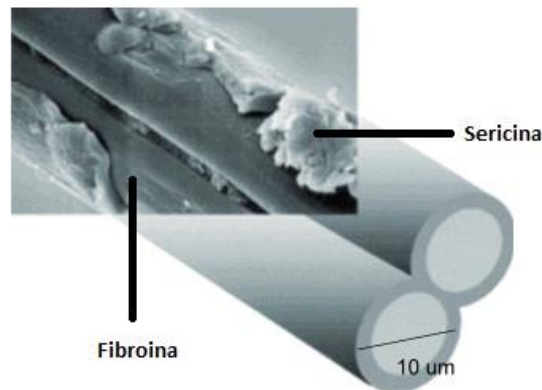
O bicho-da-seda possui um ciclo de vida definido em quatro estágios: ovo, larva, crisálida e o estágio final na forma de mariposa. O ciclo de vida estimado para esta espécie tem duração entre 55 a 60 dias, dependendo das condições de criação e do tipo do ovo.

As larvas alimentam-se das folhas de amoreira branca por um período médio de quatro semanas e apresentam grandes variações físicas: o aumento de massa de 0,45 mg para 4,5 g e de seu comprimento de 3 mm para 8 cm (ZANETTI & REIS, 2003; HOLANDA et al., 2004).

O manejo e cultivo deste inseto requerem diversos cuidados pois o bicho-da-seda não sobrevive muito tempo exposto ao ambiente. A sua criação é realizada em ambiente confinado chocando os ovos e alimentando as lagartas com as folhas de amoreira. A sericultura é responsável tanto pela criação do bicho-da-seda quanto do cultivo da amoreira para prover a alimentação das larvas (ZANETTI & REIS, 2003).

Segundo Bergamasco (2018), o casulo gerado é composto principalmente de proteínas, sendo elas: a fibroína, em um montante que corresponde a 70-80% da matéria seca e corresponde ao principal componente do filamento do casulo, sendo a parte interna desse filamento; a sericina, considerada como goma natural, em concentrações entre 20-30% sendo o agente adesivo que mantém enlaçado a fibroína na conformação do casulo e uma glicoproteína, denominada P25, em pequenas concentrações, mas com função na manutenção da integridade do fio de seda.

Figura 1- Filamentos de fibroína unidos por sericina



Fonte: BEXIGA (2014)

3.3 PROCESSO PRODUTIVO

A industrialização propriamente dita ocorre em 5 etapas, sendo a primeira o processo de Secagem, conservação e armazenamento de casulos, onde é feita a secagem dos casulos antes da transformação das crisálidas em mariposas, com objetivo de interromper o ciclo de vida, impedindo a perfuração do casulo.

Segundo Lima (1995), os três principais objetivos da secagem de casulos são: sacrifício da crisálida, desnaturação sericínica e o armazenamento. O sacrifício da crisálida consiste em interromper o ciclo de vida da crisálida no interior do casulo antes que ela se torne mariposa, para evitar que o casulo se danifique. Quando não sacrificada, a mariposa perfura o casulo ou ainda provoca mancha com sua forte segregação, inutilizando-o para a industrialização da seda (FONSECA e FONSECA, 1986).

A secagem do casulo, segundo Fonseca e Fonseca (1988), consiste em fazer uma corrente de ar quente atravessar uma massa de casulos, com temperatura entre 110°C a 120° C, terminando a 40 a 50°C. A queda progressiva da temperatura acontece à medida que se vai completando a secagem, ou seja, as seções de

secagem variam em escalas de temperaturas e diminuem gradativamente à medida que se atravessam as seções.

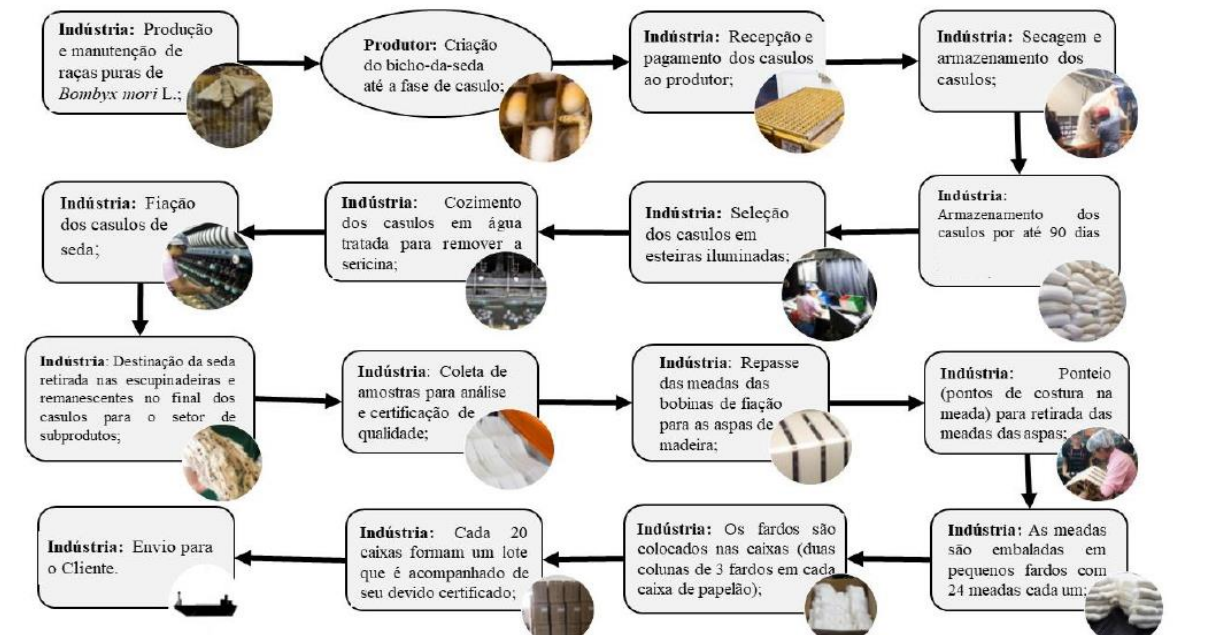
Segundo Fonseca e Fonseca (1988), a baba sérica geralmente é composta por 75% de fibroína e o restante quase que exclusivamente de sericina, uma vez que as demais substâncias entram em quantidades muito pequenas. Durante a secagem, a fibroína não se altera muito com o calor intenso, porém a natureza da sericina altera e não volta ao original, dando resistência ao fio na hora do cozimento, reduzindo os índices de arrebatamento durante a fiação automática. Após a secagem os casulos são armazenados por um período mínimo de duas semanas para uma completa estabilização da sericina.

A segunda etapa é o processo de limpeza, seleção de casulos e cozimento. A limpeza consiste em passar os casulos na peladeira para a retirada da anafia (seda que a larva solta para formar o casulo), após a limpeza é feita a seleção. E após a seleção dos casulos, os mesmos são transportados e colocados dentro do cozinhador automático para o desfiamento. Os casulos são cozidos em água quente e sob pressão para amolecer a goma de sericina para que se possa desenrolar mais facilmente as fibras. Além disso, o cozimento dá às fibras melhores condições para o processo de fiação. Após este processo, funcionárias deste setor fazem a última seleção dos casulos pós-cozidos separando-se os manchados, os de casca fina, os deformados e os sujos para a fiação de fio tipo 2 A.

A terceira etapa é o processo de fiação, onde após cozimento, passa-se para as máquinas fiandeiras automáticas para desenrolamento do fio de casulo e a formação do fio de seda. A grossura do fio de seda resulta de vários casulos, e também é determinada pelo pedido do cliente. A quarta etapa é caracterizada como repasse, onde os fios desfiados passam no repassador, ou seja, são repassados em outro carretel para formação das meadas.

Além das etapas descritas, a Bratac produz os subprodutos, sendo esses gerados a partir do resíduo da produção.

Figura 2- Fluxograma do processo produtivo



Fonte: Giacomini (2016)

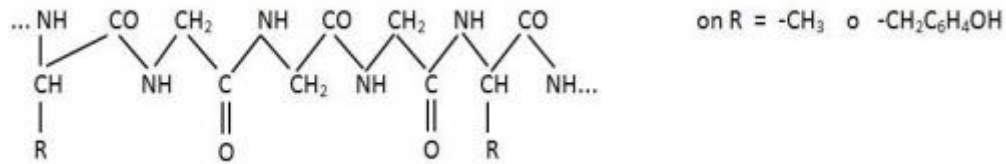
3.4 EFLUENTE GERADO NO PROCESSO

O efluente gerado no processo industrial de fiação de seda, é proveniente da etapa de cozimento. Após a secagem, cozinha-se o casulo para facilitar o aproveitamento do fio de seda no desenrolamento, tendo como objetivo promover a retirada da sericina, responsável pela rigidez do casulo, para facilitar o trabalho de encontrar a ponta do fio de seda, utilizando-se água com pH relativamente baixo, ou seja, em torno de 5,5 a 6,4.

A fibroína apresenta grande caráter hidrofóbico, ou seja, altamente insolúvel em água. Possui uma estrutura semicristalina, tendo duas regiões características: região cristalina, características de folha-b antiparalela, formada pelas ligações peptídicas de [Gly–Ala–Gly–Ala–Gly–Ser] e uma região amorfa com estrutura aleatória formada pela combinação dos demais aminoácidos constituintes, o que confere uma parcela polar à proteína (KUNDU et al., 2008)

A sericina (Figura 3) é uma proteína globular hidrofílica que tem por função fisiológica a junção dos filamentos de fibroína, conformando a estrutura compacta do casulo (GENC et al., 2007).

Figura 3- Estrutura Molecular da Sericina.



Fonte: MAYER & MARIC, (2008).

A sericina corresponde a 20–30% da composição proteica do casulo da seda e por ser constituída predominantemente por aminoácidos polares apresenta solubilidade em água quente. Esta propriedade permite a remoção da sericina no processo de degomagem (ZHANG et al., 2006).

De acordo com as características das proteínas presentes no efluente, considera-se de total importância a busca de um tratamento eficiente para o mesmo, devido ao elevado potencial poluidor do efluente, quando descartado sem o tratamento adequado. O descarte incorreto pode ocasionar impactos ambientais ao corpo hídrico receptor, devido a elevada carga orgânica presente no efluente.

3.5 TRATAMENTO DE EFLUENTES

Durante a história da humanidade, o desenvolvimento industrial e urbano se deu às proximidades de rios e regiões costeiras devido a acessibilidade de água para consumo e a utilização dos mesmos para o lançamento de dejetos. A problemática relacionada as atividades no entorno dos rios, tornou-se preocupante com o crescimento significativo dos grandes centros, pois os efluentes lançados nos corpos d'água não recebiam o devido tratamento causando impactos ambientais além da proliferação de doenças para a população.

A poluição das águas naturais representa um dos principais riscos à saúde pública, sendo conhecida devido a estreita relação entre a qualidade de água e inúmeras enfermidades que prejudicam as populações, especialmente aquelas não assistidas por serviços de saneamento (LIBÂNIO et al., 2005).

Segundo Schoenhals, (2006) existem fatores limitantes para o tratamento de efluentes, como os custos de capital, orçamento operacional e espaço físico. As

etapas primárias de tratamento podem ser definidas como responsáveis pela remoção da maior parcela da matéria poluidora e preparação do efluente para a etapa seguinte.

Segundo Von Sperling (1996), o tratamento de efluente tem como objetivo adequar determinado efluente para que o mesmo obtenha padrões de qualidade requeridos pela legislação vigente para que seja lançado no corpo receptor. O tratamento de efluente possui vários níveis de tratamento, sendo eles: preliminar, primário, secundário e terciário, sendo que o nível terciário de tratamento ocorre apenas eventualmente.

O tratamento preliminar caracteriza-se como uma etapa física e tem como objetivo remover as partículas grosseiras, sendo elas consideradas como materiais de maiores dimensões e a areia presente no efluente. Os sólidos grosseiros podem ser removidos por grades, peneiras rotativas ou trituradores, enquanto a areia é removida por desarenadores (VON SPERLING, 1996).

O nível primário de tratamento também é considerado como uma etapa física e tem como objetivo remover os sólidos em suspensão sedimentáveis, sólidos flutuantes e DBO flutuante. O efluente percorre vagarosamente tanques de decantação que podem apresentar forma retangular ou circular, assim permitindo que os sedimentos sejam removidos do meio líquido.

O tratamento considerado de nível secundário se destaca por ser uma etapa biológica, tendo como objetivo a remoção de sólidos não sedimentáveis, DBO suspensa fina e DBO solúvel, podendo apresentar remoção parcial de nutrientes e patogênicos. O processo de remoção desses elementos ocorre através de microrganismos (bactérias, fungos e outros) através de reações bioquímicas, podendo ser aeróbio ou anaeróbio. Existem diversos métodos de tratamento secundário, sendo que os mais comuns são: Lagoa de estabilização e variantes; Lodos ativados e variantes; Filtro biológico e variantes; e Tratamento anaeróbio. Esse nível de tratamento pode apresentar eficiência de remoção de 60 a 99% para DBO, de 80 a 99% para remoção de coliformes e de 10 a 50% de remoção dos nutrientes, dependendo do método utilizado (VON SPERLING, 1996).

Conforme este mesmo autor, o nível terciário de tratamento do efluente possui uma aplicação eventual, não sendo comum seu uso no Brasil, pode ser realizado de forma biológica ou físico-química, apresentando como objetivo a remoção de poluentes específicos (compostos não biodegradáveis e tóxicos) ou uma etapa complementar para os poluentes não removidos na etapa anterior.

3.6 PROCESSOS DO TRATAMENTO DE EFLUENTES

3.6.1 Coagulação

O processo de coagulação refere-se a adição de produtos químicos para a precipitação de compostos presentes em solução. A aplicação dos coagulantes tem como objetivo diminuir as forças que mantêm separadas as partículas em suspensão na água, e conseqüentemente desestabilizando-as, podendo assim agregarem-se a outras partículas (RICHTER, 2009).

Segundo Richter e Azevedo (1991), geralmente a decisão sobre a escolha do coagulante utilizado baseia-se em fatores de ordem econômica, relacionados ao custo, à tecnologia de tratamento, à adequabilidade, à água bruta, e à preservação dos tanques e dosadores.

Segundo Libânio et al. (1997) existem fatores capazes de interferir no processo de coagulação, como a concentração e a validade do coagulante, temperatura, mecanismo de absorção, gradiente de velocidade e tempo de agitação da mistura rápida.

3.6.2 Floculação

Os processos de uma Estação de Tratamento de Efluente ocorrem em sequência, logo após a coagulação vem a floculação, que pode ser definido como processo de agrupar partículas coaguladas ou desestabilizadas para formação de flocos maiores de forma a se sedimentar ao longo do processo. Segundo Richter (2009), para que as partículas se agrupam existem duas ações essenciais, uma delas é a colisão causada pelo movimento das moléculas ou movimento browniano, de viscosidade e energia térmica e a segunda é a colisão causada pelo movimento das águas.

Segundo LIBÂNIO (2010), quanto maior for o gradiente de velocidade, maior será a probabilidade de ocorrer contato entre as partículas, possibilitando à agregação dos flocos e visando o aumento do tamanho dos mesmos. No entanto, não se deve exceder as velocidades, visto que tendem a provocar protrusão nos flocos já formados. No processo de floculação ocorrem dois fenômenos que se contrapõem: agregação das partículas e a ruptura dos flocos, desta forma tornam-se importante os

ensaios laboratoriais, nos quais, é possível estabelecer um equilíbrio entre esses fenômenos.

3.6.3 Sedimentação

O processo de sedimentação para a remoção de partículas sólidas em suspensão é um dos mais utilizados no tratamento de água. Baseia-se na utilização de forças gravitacionais para separação de partículas de densidade superior à da água, depositando-as em uma superfície ou zona de armazenamento. As partículas que não são removidas na sedimentação sejam pelo seu pequeno tamanho, ou por serem de densidade muito próxima à da água, deverão ser removidas na filtração (CARVALHO, 2008).

A eficiência do processo de sedimentação é reduzida com o funcionamento inadequado das unidades de coagulação e floculação, o que pode ocorrer devido a problemas operacionais ou até mesmo quando a água bruta apresenta baixa concentração de partículas, dificultando o processo de coagulação, uma vez que a baixa concentração resulta em uma menor taxa de contato entre as partículas e os produtos da hidrólise do coagulante, limitando o transporte de massa. Sendo assim, pode-se afirmar que a eficiência do processo está diretamente relacionada com um bom desempenho dos processos anteriores a decantação.

A sedimentação, junto com a flotação, consiste na operação unitária que em geral mostra a eficiência das etapas realizadas anteriormente, ou seja, coagulação e floculação. Na decantação, aos flocos formados previamente são fornecidas condições que os permitam depositar pela ação da gravidade (LIBÂNIO, 2010).

3.7 COAGULANTES

A utilização de coagulantes orgânicos de origem vegetal, justifica-se pelos possíveis impactos ambientais causados pelos coagulantes inorgânicos, como o sulfato de alumínio. Segundo Cruz et al (2005) os sais de alumínio e os produtos convencionalmente empregados para correção de pH são agentes inorgânicos não biodegradáveis que acrescentam elementos químicos a água ou ao lodo. A principal dificuldade do processo está relacionada ao lodo gerado, sendo ele de difícil manuseio por parte das empresas em função de volume gerado e do elevado teor de umidade.

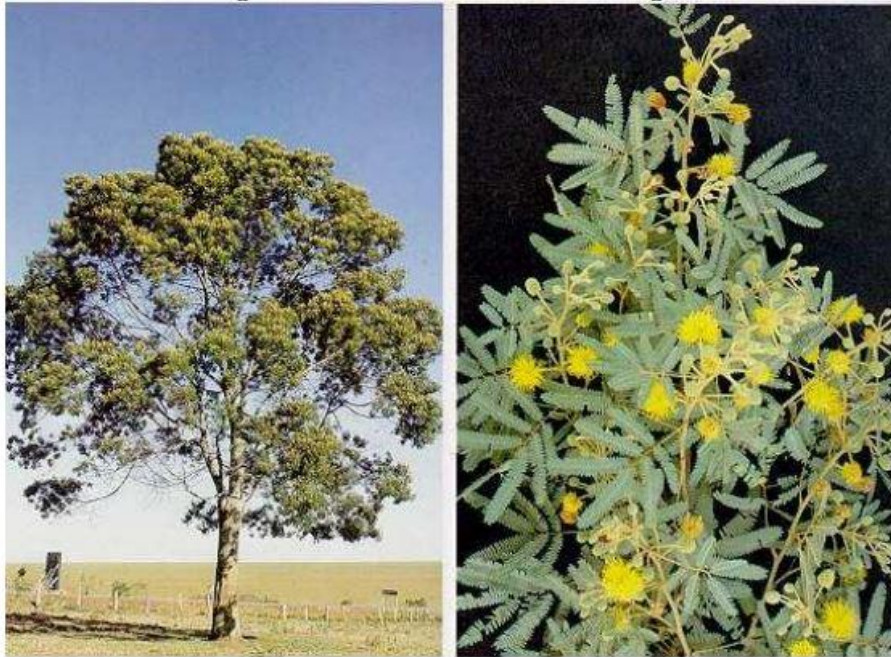
3.7.1 Tanino

Atualmente tem sido feita a aplicação de coagulantes de origem vegetal à base de tanino no tratamento por coagulação/floculação no lugar do sulfato de alumínio em indústrias químicas e petroquímicas do Brasil e da Europa (PIANTÁ, 2008). Tal fato tem ocorrido devido ao menor custo atribuído ao tanino, bem como a menor geração de massa de lodo e obtenção de um lodo orgânico, considerado pela NBR 10.004 um resíduo com característica não perigoso, onde também deve ser um fator considerado para o baixo custo de implantação do tanino.

Com esta finalidade, os taninos atuam em sistemas de partículas coloidais, neutralizando cargas e formando pontes entre estas partículas, sendo este processo responsável pela formação de flocos e conseqüente sedimentação (GRAHAM et al., 2008).

Os principais tipos de taninos são: taninos hidrolisáveis, galotaninos, elagitaninos, oligoméricos complexos e taninos condensados (MARTINEZ, 1996). São encontrados em árvores de grande e pequeno porte. A madeira é constituída de dois grandes grupos: o grupo que forma a parte da estrutura celular vegetal e o grupo de substâncias extraíveis que são os polifenóis que são o subgrupo mais importante e numeroso. Os polifenóis se dividem em taninos, ligninas e polifenóis simples (polifenóis menores, flavonoides e outros) (SILVA, 1999)

Figura 4- Árvore e flor da Acácia-Negra



Fonte: SILVA (1999)

3.7.2 Moringa Oleifeira

A Moringa oleífera pertence à família Moringaceae, que é composta de somente um gênero (Moringa) e 14 espécies. É uma planta nativa da Índia e que já se difundiu por todo o mundo, especialmente nos países tropicais como o Brasil (FRANCO, 2010).

Vários trabalhos já demonstraram a eficiência da Moringa oleífera no tratamento de efluentes agroindustriais. Formentini-Schmitt et al. (2014) ao estudarem a eficiência do composto ativo de Moringa oleífera extraída com soluções salinas na tratabilidade de águas residuárias da indústria de laticínios obtiveram remoções 98,3% na cor aparente, 97,1% na turbidez e 58,9% na DQO.

De acordo com Amagloh & Benang¹ (2009) apud Paterniani et al. (2009), as sementes de Moringa oleífera contém proteínas com baixo peso molecular e quando seu pó é dissolvido em água adquirem carga positivas que atraem partículas negativamente carregadas tais como, argilas e siltes, formando flocos densos que sedimentam (NDABIGENGESERE, A.; NARASIAH, K. S.; TALBOT, 1995).

¹ Amagloh, F. K.; Benang, A. Effectiveness of Moringa oleífera seed as coagulant for water purification. African Journal of Agricultura Research, v.4, n.1, p.119-123, 2009.

Nos processos de coagulação e floculação de águas residuárias ou destinadas ao consumo humano, estudos realizados por Okuda et al. (1999), demonstram que a percentagem de remoção de turvação utilizando tanto a semente como o extrato aquoso da *Moringa oleifera* é de 80 a 99%.

Segundo Arantes et al (2015), a utilização desse coagulante orgânico aliada à filtração no tratamento de água evidencia bons resultados, chegando a reduzir 99,0% de turbidez na água. Ele ainda afirma que a etapa de filtração é necessária para a remoção da matéria orgânica introduzida pelo coagulante.

Segundo Muyibi; Evison (1995) com a utilização da *moringa oleífera*, pode ocorrer grande remoção de bactérias, acima de 90%.

Segundo Okuda et al. (1999) foram feitos diversos teste para extrair o princípio ativo presente nas sementes de *Moringa oleifera* e comparar a eficiência da coagulação de cada amostra obtida. Com os testes realizados, foi possível concluir que o princípio ativo extraído com NaCl 1M atingiu um resultado 7,4 vezes melhor que o extraído com água destilada. Pois as proteínas apresentam aumento da solubilidade em função da concentração de sais, fenômeno chamado "salting-in". No entanto, não se obteve diferenças de eficiência entre os extratos obtidos utilizando KNO₃, KCl e NaNO₃.

A utilização da semente da *Moringa oleífera* como coagulante praticamente independe da alcalinidade da água, podendo ocorrer numa grande faixa de valores de pH, entre 4,0 e 12,0. Não causam problemas de corrosão, formam menor volume de lodo e não são tóxicas para o homem (CARDOSO et al., 2008).

Outras vantagens relacionadas ao uso de coagulantes orgânicos são o menor custo, o uso de matéria prima renovável, além de gerarem menos massa de lodo, também pelo fato de serem moléculas biodegradáveis e, portanto, destruídas no próprio tratamento, não persistindo na água tratada ou no lodo provindo dos decantadores e filtros, facilitando a eliminação do mesmo além também de evitar problemas de saúde pelo excesso de metais na água (PIANTÁ, 2008).

3.8 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Dentre as leis que regem os recursos hídricos, podemos citar algumas em especial. A Portaria de consolidação nº5 de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A legislação também define a quantidade mínima, a frequência em que as amostras de água devem ser coletadas e os limites permitidos.

A Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), dispõe sobre as condições, parâmetros, padrões e diretrizes para a gestão do lançamento de efluentes em corpos receptores, alterando e complementando a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. O efluente só pode ser liberado em corpos receptores se passar por tratamento e, após a conclusão deste, obedecer aos padrões estabelecidos nas legislações.

Tabela 1: Padrões estabelecidos pelas legislações CONAMA 430 e CONAMA 357

Parâmetros	Padrões
pH	Entre 5 e 9
Cor Aparente	*
Turbidez	Até 100 UNT;
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
Condutividade elétrica	*
Séries de sólidos	*
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Remoção mínima de 60%

Fonte: CONAMA 430 e CONAMA 357

* Não determinado pela legislação.

3.9 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA

3.9.1 Características Físicas

Dentre as características físicas, as principais medidas que podem ser realizadas na água são a de turbidez e cor aparente.

3.9.1.1 Turbidez

A turbidez é uma característica física da água, decorrente da presença de sólidos suspensos, finamente divididos ou em estado coloidal, e de organismos microscópicos, sendo considerados como substância em suspensão (SANTOS, 2010). O tamanho dessas partículas responsáveis pela turbidez da água, desde grosseiras a coloides, de acordo com o nível de turbulência do corpo hídrico, varia muito. A presença destas provoca a dispersão e a absorção da luz, deixando a água com aparência turva, podendo ser considerada potencialmente perigosa, devido ao poder de prejudicar a fotossíntese das algas e plantas aquáticas submersas, bem como serem responsáveis pela absorção de calor adicional provindo da luz solar, aumentando assim a temperatura da camada superficial. Além desses fatos relatados a presença das partículas podem provocar uma aparência indesejável à água.

Segundo Sperling (2005), a utilização mais frequente desse parâmetro é na caracterização de águas de abastecimento brutas e tratadas e o controle da operação das estações de tratamento de água e sua unidade é uT (unidade de turbidez).

3. 9. 1. 2 Cor aparente

Segundo Peixoto (2007), o aparecimento de cor na água é dado a partir da existência de partículas coloidais ou em suspensão. As partículas coloidais podem ter origem orgânica ou inorgânica. Esta característica pode ser mensurada pelo grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética) (CETESB, 2006).

A cor é dividida em cor aparente, que deve-se a interferência de materiais em suspensão e a cor real é relacionada a presença de matérias orgânicas dissolvidas ou coloidais. A associação entre a presença de cor na água com poluição ou contaminação não está intrinsicamente relacionada, porém a presença desta no consumo direto humano causa aversão e é esteticamente desagradável.

3. 9. 1. 3 Condutividade elétrica

Segundo Di Bernardo e Dantas (2005), a condutividade elétrica depende da quantidade de sais dissolvidos na água. Sua determinação permite estimar de modo rápido a quantidade de sólidos totais dissolvidos presentes na água, sendo que, para valores de STD elevados.

Na legislação do Brasil não existe um limite superior deste parâmetro tido como aceitável. Porém, deve-se notar que oscilações na condutividade da água, ainda que não causem dano imediato ao ser humano, podem indicar tanto uma contaminação do meio aquático por efluentes industriais como o assoreamento acelerado de rios por destruição da mata ciliar (LÔNDERO e GARCIA, 2010).

3. 9. 1. 4 Serie de sólidos totais

Os sólidos totais representam a quantidade de matéria dos minerais dissolvidos ou em suspensão na água. Podem causar danos aos peixes e à vida aquática, bem como sedimentar-se no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos ou, também, danificar os leitões de desova de peixes. Os sólidos

podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia (CETESB, 2009², apud FREITAS, 2015).

Os sólidos são caracterizados como toda a matéria em estado rígido e com forma definida, na água são caracterizados por duas características principais, sendo seu tamanho e a sua volatilidade. Estas características dividem os sólidos em sólidos totais, sólidos em suspensão, sólidos dissolvidos, sólidos fixos, sólidos voláteis, e sólidos sedimentáveis (BRASIL, 2014).

Libânio (2010), define que os sólidos podem ser separados de acordo com as seguintes definições:

- Sólidos Totais: toda a fração remanescente após a secagem de uma amostra a temperatura de 103-105 °C;
- Sólidos Voláteis Totais: fração volátil após calcinação a 550°C dos sólidos totais;
- Sólidos Fixos Totais: fração remanescente após calcinação a 550°C dos sólidos totais;
- Sólidos Dissolvidos Totais: Sólidos que não fiquem retidos em membrana de vidro com porosidade $\leq 2\mu\text{m}$;
- Sólidos Dissolvidos Voláteis: fração volátil dos sólidos dissolvidos totais após calcinação a 550°C;
- Sólidos Dissolvidos Fixos: fração remanescente dos sólidos dissolvidos totais após calcinação a 550°C;
- Sólidos Suspensos Totais: Sólidos retidos em membrana de vidro com porosidade $\leq 2\mu\text{m}$;
- Sólidos Suspensos Voláteis: fração volátil dos sólidos suspensos totais após calcinação a 550°C;
- Sólidos Suspensos Fixos: fração remanescente dos sólidos suspensos totais após calcinação a 550°C;
- Sólidos Sedimentáveis: fração de sólidos suspensos em um litro, que sofrem sedimentação por ação da gravidade em um intervalo de uma hora, utilizando o cone de Imhoff.

² CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. IQA - Índice de Qualidade das Águas. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-D-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas.pdf>>. Acesso em 16 out. 2018.

3. 9. 1. 5 Sólidos dissolvidos

Os sólidos dissolvidos correspondem à quantidade de material sólido presente na amostra após a filtração utilizando filtro de fibra de vidro 1,2 μm , ou seja, os sólidos que passam pelo filtro.

3. 9. 2 Características Químicas

As características químicas da água possuem papel primordial no saneamento. Segundo Di Bernardo e Dantas (2005), o conhecimento das propriedades químicas da água pode proporcionar a caracterização adequada da mesma, sendo possível a obtenção de informações relacionadas ao seu conteúdo mineral, determinação do grau de contaminação bem como a origem dos poluentes.

3. 9. 2. 1 pH

O pH representa a atividade do íon hidrogênio na água, resultante inicialmente da dissociação da própria molécula de água e posteriormente acrescida pelo hidrogênio proveniente de outras fontes como efluentes industriais ricos em ácido sulfúrico, dissociação de ácidos orgânicos como o ácido acético, que resulta da fase ácida da decomposição anaeróbia da matéria orgânica, assim como outras substâncias que venham a apresentar reação ácida com a água (NEPOMUCENO, 2016).

É considerado um parâmetro de extrema importância no âmbito do saneamento ambiental, devido sua influência em vários equilíbrios químicos que se processam de maneira natural ou em processos unitários de tratamento de água. Nas estações de tratamento de água, várias unidades possuem o pH como parâmetro de controle operacional (NOGUEIRA et al, 2015). A etapa de mistura rápida, por exemplo, onde ocorre a coagulação da água bruta, depende de faixas específicas de pH para que ocorra de maneira eficiente, tem assim uma combinação da dosagem de coagulante e pH de coagulação que corresponde à situação apropriada em que o coagulante aplicado promove a desestabilização das impurezas de forma mais efetiva para o processo.

3. 9. 2. 2 Demanda química de oxigênio

Quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente a matéria orgânica. Na realização do teste de DQO além de degradar a matéria orgânica biodegradável, também é oxidada a matéria orgânica não biodegradável e outros componentes inorgânicos como sulfetos. Usado também para quantificar a matéria orgânica, principalmente em contato com substâncias tóxicas. Sua análise é realizada entre 2 a 3 horas (CETESB, 2013).

A principal diferença entre a DBO e DQO é a oxidação, que na DQO corresponde a uma oxidação química da matéria orgânica, existindo uma relação entre os dois testes, que varia da fonte do esgoto podendo ser bruto, líquido, doméstico e industrial, podendo então determinar qual o método de tratamento mais adequado a cada tipo de esgoto (VON SPERLING, 2005).

Caso a relação da DBO/DQO seja baixa (de 3,5 ou 4,0) é possível identificar a fração biodegradável, indicado para tratamento biológico. Caso a relação seja intermediária (entre 2,5 e 3,5) considera-se uma fração biodegradável baixa, indicando estudos para viabilidade do uso de tratamento biológico. E caso apresente relação elevada (> de 3,5 ou 4,0) a fração inerte (não biodegradável) é elevada, indicando tratamento físico-químico (VON SPERLING, 2005).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 LOCAL DE ORIGEM DAS AMOSTRAS

O efluente utilizado nos ensaios laboratoriais foi fornecido pela Indústria de Fiação de Seda Bratac s.a, localizada na região Oeste do município de Londrina.

A Fiação BRATAC foi fundada em 1940, em Bastos, estado de São Paulo, participa com 75% da produção de fios de seda e mantém o Brasil em 4o lugar no ranking mundial do setor. Do início das atividades até fins do ano 50 e início do ano 60, a quase totalidade da criação do bicho-da-seda era desenvolvida por imigrantes japoneses (GARCIA, 2004).

A indústria Fiação de Seda BRATAC, é conhecida internacionalmente pela qualidade de seu fio e pelo trabalho exercido a mais de 60 anos. A cadeia produtiva do fio de Seda é caracterizada pelo seu processo manual, desde a plantação da amora, até o processo de embalagem do produto final.

4.2 AMOSTRAGEM

A amostragem foi realizada com a utilização de galões de 25 L, previamente higienizado.

4.3 LOCAL DE REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

Todos os procedimentos laboratoriais foram efetuados nos laboratórios pertencentes à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Londrina. Os ensaios laboratoriais de simulação dos processos de coagulação, floculação, sedimentação e o processo de filtração, ocorreram no Laboratório de Poluentes atmosféricos. Os procedimentos de análise dos parâmetros Condutividade elétrica, Cor Aparente, pH, Sólidos dissolvidos, Turbidez, foram realizados no mesmo.

Os procedimentos de análise do parâmetro de Sólidos Totais e Demanda Química de Oxigênio, foram realizados no laboratório de Solos da UTFPR.

4.4 PREPARAÇÃO DA SOLUÇÃO SALINA DO COAGULANTE *Moringa Oleifera*

Para a preparação da solução do coagulante orgânico *Moringa oleifera*, foi primeiramente descascado e pesado 10g de semente da *Moringa oleifera*. Também

foi pesado 58,44 g de NaCl e adicionado a 1 L de água destilada, agitou-se bem a solução para que o sal se dissolva totalmente, sendo a solução salina NaCl 1M.

Após o preparo da concentração salina, foram triturados os 10 g das sementes juntamente com a solução no liquidificador. Feito isso, filtrou-se a solução com auxílio de um coador de pano, com isso obteve-se a solução salina do coagulante Moringa oleífera na concentração de 10 g.L⁻¹.

4.5 PRÉ ENSAIO

O pré-ensaio é importante para a definição das condições de concentrações de cada coagulante utilizado durante os ensaios. Para a realização desta etapa, foram adicionados concentrações pré definidas de cada coagulante, em amostras acondicionadas em béqueres de 250 mL (Tabela 2).

Tabela 2: Determinação das concentrações de coagulantes

Coagulantes	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6
Tanino	1ml	2ml	3ml	4ml	5ml	6ml
Moringa	1ml	2ml	3ml	4ml	5ml	6ml

Fonte: Autoria própria

Após agitação da solução coagulante, esperou-se alguns minutos para que processo de coagulação ocorresse. Após a espera, as concentrações que apresentaram visualmente o melhor grau de floculação e sedimentação, foram a concentração com 2ml de Tanino e 6ml de Moringa.

4.6 PROCEDIMENTOS DE ENSAIO

O ensaio foi aplicado pelo Teste de Jarros, para comparação dos dois diferentes coagulantes com o processo de filtração e sem o processo de filtração. O equipamento utilizado foi o Jar-teste (Figura 6) de modelo 218 – 6LDB, da marca Nova Ética, de seis provas com regulador de rotação das hastes misturadoras.

Figura 5- Determinação das concentrações de coagulantes



Fonte: Autoria própria

Para cada etapa de tratamento foi utilizada um gradiente de velocidade diferente por um determinado período de tempo. Na Tabela 3 pode-se observar quais foram as variações utilizadas para realizar o experimento.

Tabela 3: Condições de operação das etapas de tratamento.

Etapa	Velocidade	Tempo de mistura
Coagulação	150 rpm	3min
Floculação	15 rpm	10min
Decantação	-	10min

Fonte: Adaptado de Theodoro (2012).

A mistura rápida foi simulada na adição dos diferentes coagulantes no efluente por 3 min, com uma rotação de 150 rpm. A mistura lenta foi simulada com uma velocidade de 15 rpm durante 10 min, não gerando assim a quebra dos flocos que foram formados e proporcionando a ligação dos mesmos em partículas maiores.

Na decantação, a fase de sedimentação dos flocos, as paletas ficaram estáticas com um tempo de espera de 10 min, de modo a permitir a decantação dos flocos e a clarificação. Após os 10min de espera, foi dado início a coleta das amostras nos tempos determinados na Tabela 4. Em seguida foram retiradas as amostras para as análises.

Tabela 4: Tempo de decantação para cada amostra

Tempo	T1	T2	T3	T4
Tempo de espera (min)	10	30	50	70

Fonte: Autoria própria

No processo de filtração foi utilizada uma estrutura de ferro adaptada para fixar os filtros de areia abaixo do jar-teste de forma que a água saia do jar-teste diretamente para os filtros. Os leitos filtrantes apresentam-se confeccionados de Polietileno Tereftalo (PET) de aproximadamente 10 cm de diâmetro interno configurando um modelo de leito fixo com fluxo descendente, com seis colunas em paralelo.

Para o processo de filtração foi utilizada uma estrutura de ferro adaptada para fixar os filtros de areia abaixo do jar-teste de forma que a água saia do jar-teste diretamente para os filtros, simulando o processo de filtração direta com fluxo descendente. Os leitos filtrantes apresentam-se confeccionados de Polietileno Tereftalo (PET) de aproximadamente 10 cm de diâmetro interno configurando um modelo de leito fixo com fluxo descendente, com seis colunas em paralelo.

O experimento completo levou em torno de 70 minutos, considerando-se que após os 3 primeiros minutos de sedimentação, foram coletadas amostras de 10 em 10 minutos até totalizar 70 minutos e analisados os resultados. Após os 70 minutos de coletas e análises, também foi amostrada a água filtrada e os parâmetros novamente analisados. Dessa forma, os procedimentos realizados para coleta das amostras podem ser demonstrados na Tabela 5.

Tabela 5: Procedimento de coleta das amostras.

Coleta	Siglas	Tempo de espera para coleta
Amostra 1	A1	Após 10 min. de decantação
Amostra 2	A2	Após 30 min. de decantação
Amostra 3	A3	Após 50 min. de decantação
Amostra 4	A5	Após 70 min. de decantação

Fonte: Próprio autor

Na Figura 6 pode-se observar o experimento completo, os seis jarros com os tratamentos e os filtros.

Figura 6- Aparato experimental completo, Jar-Test e filtros



Fonte: Próprio autor

4.7 PARÂMETROS ANALISADOS

Os parâmetros determinados para análise de todas as amostras foram os de cor aparente, turbidez, pH, sólidos dissolvidos, sólidos totais, condutividade elétrica de acordo com o Standard Methods of Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012), além da, demanda química de oxigênio (DQO).

Tabela 6: Parâmetros analisados, equipamentos e metodologia

Parâmetro	Equipamentos	Metodologia
Cor aparente	Espectrofotômetro HACH DR-5000	2120 C
Turbidez	Turbidímetro Policontrol AP-2000	2030 B
pH	pH-metro mPA-210	4500 H+ B
Sólidos dissolvidos	Caneta TDS	2540 C
Sólidos totais	Estufa e Mufla	2540 B
Condutividade elétrica	Condutivímetro Mca 150	2510 B

Fonte: Próprio autor

Além dos parâmetros apresentados na Tabela 6, também foram analisados, após a repetição 4 e o processo de filtração, os parâmetros de DQO.

A análise de DQO corresponde a uma oxidação química da matéria orgânica, obtida através de um oxidante forte, o dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) em meio ácido, em elevada temperatura. Durante a determinação de DQO, a matéria orgânica é convertida a CO_2 e H_2O . Para a avaliação dos resultados obtidos, utilizou-se a curva de Calibração DQO com faixa de 80 -800 $mg.L^{-1}$.

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi realizado em duplicata possibilitando uma análise estatística, essas comparações entre os resultados encontrados foram realizadas por meio de análise de variância (ANOVA), utilizando o delineamento Split Plot através da utilização do software estatístico SASM-Agri, sendo assim considerada a existência de dois tipos de tratamento durante a comparação. Foram considerados: como tratamento principal os coagulantes e como secundário, o tempo. A partir dessa hipótese analisou-se esses fatores (tempo e coagulantes) e a interação entre eles (tempo*coagulante) apresentam diferença significativa.

Para os casos em que a análise de variância apresentou diferenças significativas foi aplicada o teste de Tukey, considerando sempre nível de significância de 5% (significativo quando valor-p < 0,05). O teste de Tukey foi usado para identificar quais os tratamentos que possuíam diferenças entre si, ou seja, comparando o tratamento T1 com os outros 4 quais apresentam valor – p menor que 0,05.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características da água superficial bruta analisada estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7: Características do efluente bruto.

Parâmetros	Resultados
pH	6,59
Cor aparente (mgPt-Co.L ⁻¹)	1140
Condutividade elétrica (mS.cm ⁻¹)	0,9
Sólidos totais dissolvidos (mg.L ⁻¹)	294
Turbidez (UNT)	197
Sólidos totais (mg.L ⁻¹)	1140
DQO	3341,991

Fonte: Próprio autor.

Através da metodologia descrita, neste trabalho, foram realizados os ensaios e os resultados encontrados estão organizados da seguinte forma: pH(5.1), cor aparente (5.2), turbidez (5.3), condutividade elétrica (5.4), sólidos totais dissolvidos (5.5), série de sólidos totais (5.6) DQO (5.7).

A base de dados de todos os parâmetros estudados foi obtida após os processos de coagulação/floculação/sedimentação e após o processo de filtração a fim de analisar a eficiência desses processos individualmente (Apêndice A Tabelas A.1 e A.2).

Figura 7 – Amostras coletadas durante os ensaios

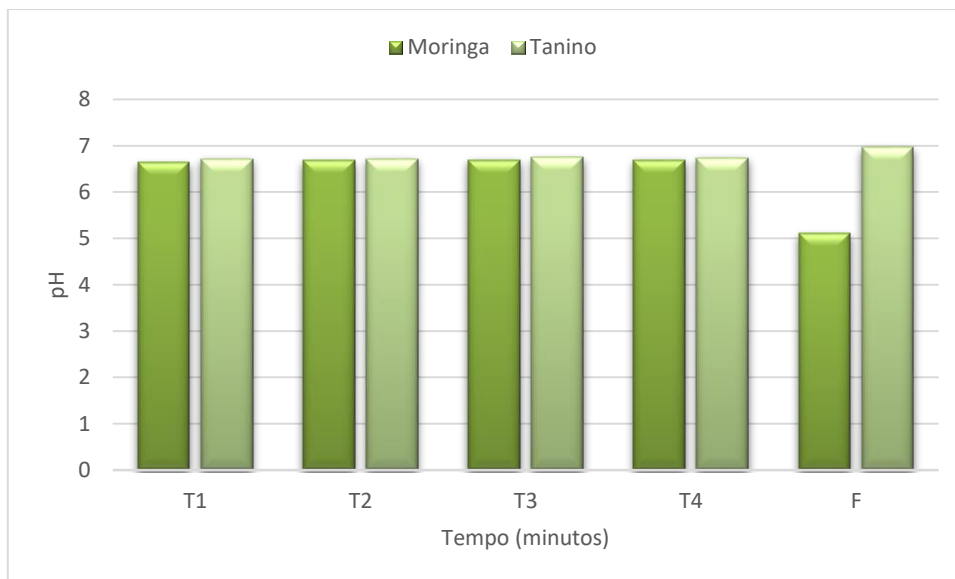


Fonte: próprio autor

5.1 pH

A Figura 8, resultante da análise das Tabelas A1 e A2 (Apêndice A) apresenta os resultados de variação de pH, após os processos de coagulação/floculação/sedimentação e após o processo de filtração utilizando a Moringa Oleifera e o Tanino em diferentes tempos de sedimentação.

Figura 8 - Análise do parâmetro pH em relação ao tempo de sedimentação



Fonte: Próprio autor.

Observando-se o valor de pH da água bruta (Tabela 7), pode-se perceber analisando a Figura 8, que houve um aumento ao decorrer dos tempos de sedimentação, sendo que ao final do tempo de filtração, a Moringa oleifera apresentou uma redução no seu valor de pH, essa redução foi atribuída a possíveis erros durante o ensaio, como calibração do pHmetro e erro de leitura.

Diante da avaliação, não foi possível verificar disparidade nos resultados de pH em relação aos tempos de sedimentação, apenas da amostra após o processo de filtração, os valores de pH permaneceram próximos de acordo com a variação do tempo. A utilização de coagulantes naturais no processo de tratamento de efluente, apresenta algumas vantagens, uma delas consiste no fato de que o mesmo não provoca significativas alterações nos valores de pH durante o processo de tratamento (MADRONA, 2010).

As amostras apresentaram conformidade do parâmetro pH quando comparado com o Artigo 16 da Resolução nº430/2011 do Conselho Nacional do Meio

Ambiente, uma vez que esta determina que a condição de lançamento do efluente em corpos hídricos é de pH entre 5 e 9.

A análise estatística de variância referente ao parâmetro pH do efluente coletado é apresentado na Tabela 8.

Tabela 8: Resultados da Análise de Variância para o parâmetro pH.

Fonte da variação	SQ	GL	QM	F	valor-P	F crítico
Coagulante	1,27308	1	1,27308	1,064591	0,314487	4,351244
Tempo	2,12182	4	0,530455	0,443584	0,775707	2,866081
Interações (Coagulante*tempo)	3,91402	4	0,978505	0,818257	0,528605	2,866081
Dentro	23,9168	20	1,19584			
Total	31,22572	29				

Fonte: Próprio autor.

Observa-se na Tabela 8, que a interação Tempo*Coagulante, obteve um $p\text{-valor}=0,528605 > 0,05$, indicando que a interação não é significativa, a 5% de significância. Portanto, as comparações de médias foram realizadas individualmente, para cada fator. Observando-se, ainda, a Tabela 8, para os fatores Tempo e Coagulante, os valores encontrados para o $p\text{-valor} > 0,05$, indicando que não houve diferença entre as médias para ambos. Utilizando a análise referente a estatística F, observa-se que para todos os fatores analisados, o $F < F$ crítico, sendo outra indicativa da não interação significativa.

Tabela 9: Comparação das médias do parâmetro pH.

Coagulante	Tempos				F
	T1	T2	T3	T4	
Moringa	6,64aA	6,84aA	6,67aA	6,76aA	4,83eA
Tanino	6,706aA	6,71aA	6,73aA	6,81aA	6,82bB

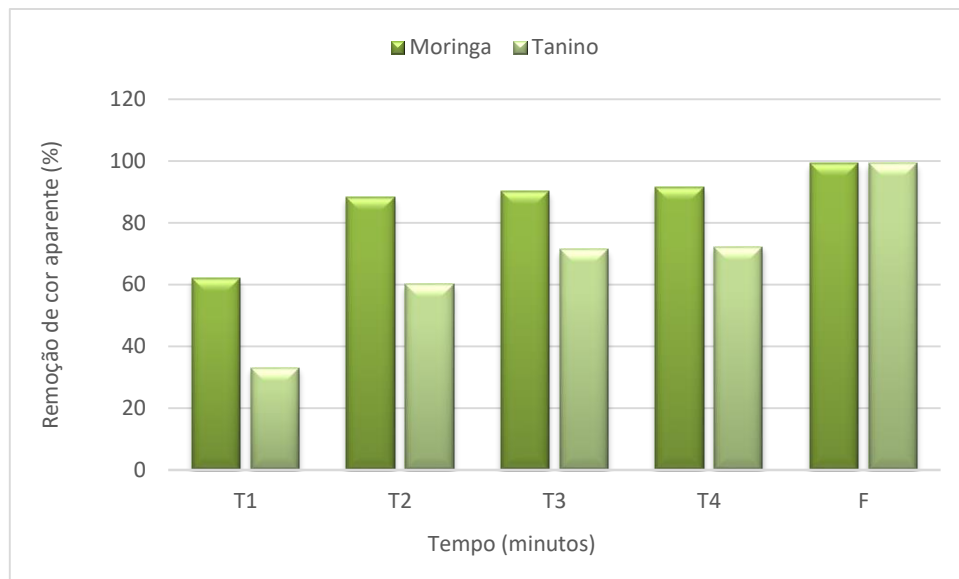
Fonte: Próprio autor.

Na comparação de média, os resultados da comparação entre coagulantes (letras maiúscula, analisadas por coluna) demonstrou que os coagulantes são iguais nos quatro tempos de sedimentação, somente após o processo de filtração os coagulantes diferenciaram entre si, análise que vai ao contrário do que foi comprovado pela ANOVA. Na comparação de médias entre os tempos (letras minúsculas, analisadas por linha) os quatro tempos de sedimentação apresentaram semelhanças entre si, onde somente após a filtração ocorreu diferença significativa.

5.2 Cor aparente

A Figura 9, resultante da análise da Apêndice A (Tabelas A1 e A2) mostra as remoções do parâmetro cor aparente o processo completo, coagulação/floculação/sedimentação, bem como para o processo de filtração, utilizando a Moringa Oleifera e o Tanino em diferentes tempos de sedimentação.

Figura 9– Gráficos de porcentagem de redução de cor aparente



Fonte: Próprio autor.

A partir dos resultados apresentados, analisando a comparação dos ensaios, ao longo do tempo de sedimentação, nos processos de coagulação/floculação/sedimentação, é possível perceber a expressiva diferença de remoção de cor aparente entre os coagulantes.

Durante os primeiros 30 minutos de sedimentação, a Moringa oleifera apresentou porcentagens de remoção melhores quando comparada com o tanino, possuindo uma diferença de quase 28%. Nos demais tempos observa-se que o Tanino passou a apresentar melhoras gradativas, assim acabando o ensaio com resultados superiores a 70% para o tratamento sem o processo de filtração.

A Moringa oleifera apresentou alta eficiência de remoção durante todos os ensaios antes do processo de filtração, uma característica esperada, devido ao peso molecular das proteínas presentes na Moringa. Segundo Ndabigengesere et al. (1995), as sementes da Moringa oleifera apresentam uma grande eficiência na

remoção de material suspenso e coloidal, colaborando com os resultados deste trabalho.

De acordo com os valores apresentados, é possível perceber resultados satisfatórios, uma vez que o tratamento completo proporcionou redução do parâmetro cor aparente de quase 100% após a filtração, podemos concluir com isso que os processos são complementares e muito eficientes para a remoção de cor no tratamento de efluente. O que está de acordo com estudos realizados por Okuda et al. (1999), que demonstram que a porcentagem de remoção de cor utilizando tanto a semente da Moringa oleífera como o Tanino foi de 80 a 99% após o processo de filtração.

O parâmetro cor aparente não é abordado pelas legislações do Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA) e do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Paraná (CEMA), desta forma não existe valor para comparação. A Resolução Nº 357/2005 do CONAMA determina a cor verdadeira para o enquadramento dos corpos hídricos, porém não abrange o parâmetro de cor aparente.

A análise estatística de variância referente ao parâmetro avaliado, é apresentado na Tabela 10.

Tabela 10: Resultados da Análise de Variância para o parâmetro cor aparente.

Fonte da variação	SQ	GL	QM	F	valor-P	F crítico
Coagulante	195536,1	1	195536,1	29,41735	2,62E-05	4,351244
Tempo	1733597	4	433399,3	65,20256	3,46E-11	2,866081
Interações (Coagulante *Tempo)	101911,5	4	25477,88	3,833009	0,018035	2,866081
Dentro	132939,3	20	6646,967			
Total	2163984	29				

Fonte: Próprio autor.

Analisando os resultados, observa-se que o $p\text{-valor}=0,018035 < 0,05$, indicando que a interação entre os fatores Tempo e Coagulante é significativa, a 5% de significância. Portanto, as comparações de médias foram realizadas fixando-se um fator e comparando as médias dentro do outro fator, e vice-versa. Para as comparações de médias foi utilizado o teste de Tukey.

A Tabela 11 apresenta o resumo das comparações de médias para os desdobramentos, onde as comparações entre coagulantes devem levar em conta as

letras maiúsculas (por coluna) e as comparações entre Tempos devem considerar as letras minúsculas (por linha).

Tabela 11: Comparação das médias do parâmetro cor aparente

Coagulante	Tempos				
	T1	T2	T3	T4	F
Moringa	706,67 aA	135,33 bA	112,33 cA	98 dA	9eA
Tanino	763,33 aA	454,33 bB	325,67 cB	316,67 cB	8,67eA

Fonte: Próprio autor.

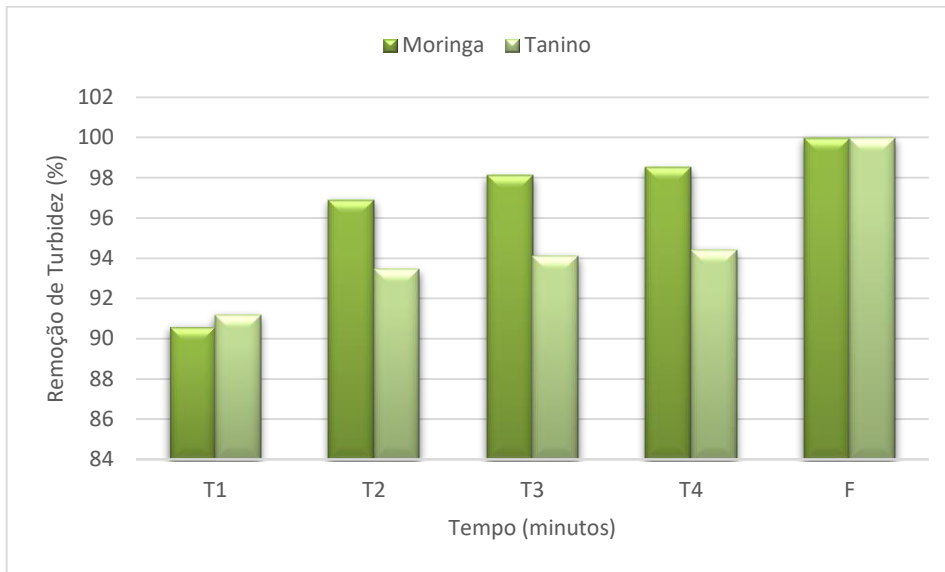
Na comparação de média, os resultados da comparação entre coagulantes (letras maiúscula, analisadas por coluna) demonstrou que os coagulantes são iguais na primeira coleta e após o processo de filtração. Na comparação de médias entre os tempos (letras minúsculas, analisadas por linha) todos os tempos de sedimentação são diferentes entre si.

A partir dessa análise, observa-se que a utilização do coagulante Moringa oleífera possui uma maior eficiência quando comparada com o Tanino, uma vez que durante os tempos de sedimentação, apresentou resultados de sedimentação superiores ao Tanino, o que demonstra sua capacidade de redução de cor aparente em um sistema em que não houvesse o sistema de filtração. Já o coagulante Tanino, melhora gradativas, o que indica um maior tempo de sedimentação caso não houvesse o processo de filtração no sistema.

5.3 Turbidez

A Figura 10, resultante da análise das Tabelas A1 e A2 (Apêndice A) mostra as remoções do parâmetro turbidez para os processos de coagulação/floculação/sedimentação bem como para o processo de filtração, utilizando a Moringa Oleífera e o Tanino em diferentes tempos de sedimentação.

Figura 10 – Gráfico de remoção do parâmetro turbidez



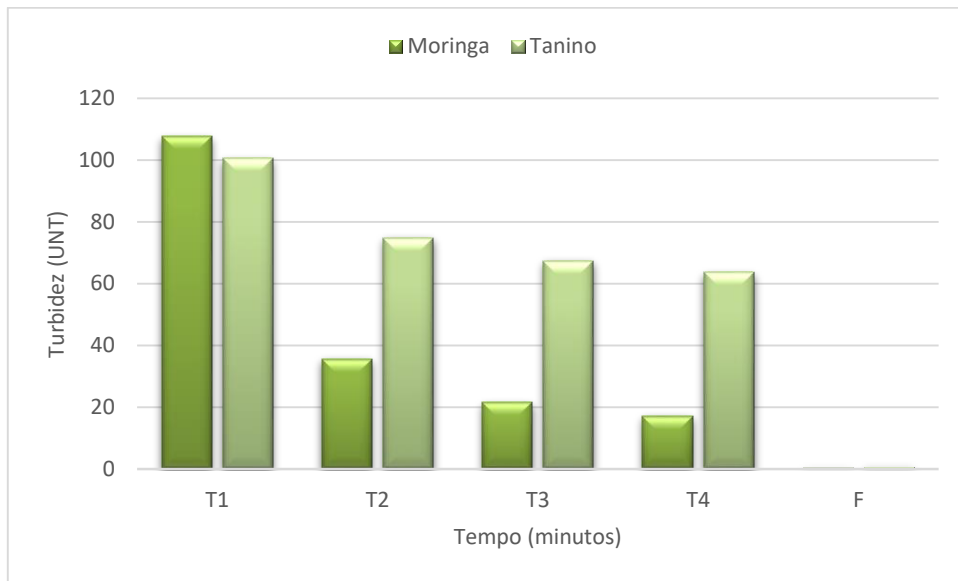
Fonte: Próprio autor.

Os resultados obtidos no primeiro tempo de coleta (10 minutos) demonstraram que a remoção de turbidez com a solução coagulante de Moringa oleifera foi menor quando comparada com remoção do Tanino, que apresentou redução superior a 90% de turbidez, porém a partir do segundo tempo de coleta é possível observar que o resultado da Moringa oleifera ultrapassou o resultado de remoção do Tanino. O resultado foi semelhante para todos os tempos de sedimentação, sendo obtido 98% de redução para a solução coagulante de Moringa oleifera e 94% de redução para a solução coagulante de Tanino. Após o processo de filtração ambos coagulantes obtiveram 99% de eficiência de remoção.

Madrona (2010) constatou que a concentração salina influencia positivamente na eficiência de remoção de turbidez, pois a mesma aumenta a liberação de proteínas na solução e quanto maior o nível de proteína, maior é a atividade de coagulação, com isso, maior a remoção de turbidez. Este efeito pode ser observado neste trabalho, onde os níveis de eficiência de turbidez se mostraram superiores a 95%.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) dispõe por meio da Resolução N^o357 de 2005 sobre a classificação dos corpos de águas e diretrizes ambientais para seu enquadramento, além de estabelecer os padrões e condições de lançamento de efluente. No Art. 14 do capítulo 3 determina-se que os corpos de água de classe 1 devem apresentar no máximo 40 UNT, e nos Art. 15 e 16 determina-se que os corpos de águas de classe 2 e 3 podem apresentar turbidez de até 100 UNT.

Figura 11- Gráfico do parâmetro turbidez



Fonte: Próprio autor.

Considerando o corpo hídrico de Classe 1, somente o efluente tratado com os coagulantes, após o processo de filtração, estariam em conformidade com a legislação e poderia ter o lançamento neste, pois todos os tratamentos realizados sem a filtração não conseguiram valores próximos de 10 UNT. Caso o lançamento seja em corpos da água com enquadramento de Classe 2 ou 3, apenas a amostra de Moringa oleífera no tempo de 10 minutos de sedimentação, não estaria de acordo com o padrão exigido.

A análise estatística de variância referente ao parâmetro avaliado, é apresentado na Tabela 12.

Tabela 12: Resultados da Análise de Variância para o parâmetro cor aparente

Fonte da variação	SQ	GL	QM	F	valor-P	F crítico
Coagulante	4655,30547	1	4655,305	279,4006	3,21649E-13	4,351243503
Tempo	33095,06467	4	8273,766	496,5722	1,05634E-19	2,866081402
Interações (Coagulante*Tempo)	4116,48688	4	1029,122	61,76549	5,68788E-11	2,866081402
Dentro	333,2352	20	16,66176			
Total	42200,09222	29				

Fonte: Próprio autor.

Na Tabela 12, observa-se que o $p\text{-valor}=5,68788E-11 < 0,05$, indicando que a interação entre os fatores Tempo e Coagulante é significativa, a 5% de significância. Portanto, as comparações de médias foram realizadas fixando-se um fator e

comparando as médias dentro do outro fator, e vice-versa. Para as comparações de médias foi utilizado o teste de Tukey.

A Tabela 13 apresenta os resumos das comparações de médias para os desdobramentos, onde as comparações entre coagulantes devem levar em conta as letras maiúsculas (por coluna). A partir dos resultados apresentados, observa-se que o coagulante Moringa possui média diferente do Tanino, e vice versa.

Tabela 13: Comparação das médias de turbidez de cada coagulante

Coagulante	Tempos				F
	T1	T2	T3	T4	
Moringa	107,57aA	74,76bA	67,23cA	63,6cA	0,54eA
Tanino	100,53aA	35,47bB	21,57cB	17,03cB	0,47eA

Fonte: Próprio autor.

Na comparação de média, os resultados da comparação entre coagulantes (letras maiúscula, analisadas por coluna) demonstrou que os coagulantes são iguais no primeiro tempo de sedimentação e após o processo de filtração. Na comparação de médias entre os tempos (letras minúsculas, analisadas por linha) demonstrou que para ambos coagulantes, os três últimos tempos de sedimentação são iguais entre si.

5.4 Condutividade elétrica

A Figura 12, resultante da análise das Tabelas A1 e A2 (Apêndice A) apresenta os resultados de variação da condutividade elétrica, após os processos de coagulação/floculação/sedimentação, bem como para o processo de filtração, utilizando a Moringa Oleífera e o Tanino em diferentes tempos de sedimentação.

Figura 12- Gráfico do parâmetro condutividade elétrica



Fonte: Próprio autor.

Verifica-se por meio dos resultados apresentados na Figura 12 que, para todas as variações de tempo de sedimentação, ocorreram um aumento dos valores de condutividade elétrica se comparado ao valor bruto de $0,9 \text{ mS.cm}^{-1}$. Nota-se que há um aumento do parâmetro condutividade com a aplicação do coagulante Moringa oleífera quando comparado com o Tanino, isso faz sentido pelo fato da solução do coagulante conter sal e proteína da semente, fazendo com que os valores de condutividade aumentem.

De acordo com Okuda et al (1999) a adição de sal ao coagulante da Moringa oleífera provoca um aumento da força iônica no meio que eleva a solubilidade dos compostos ativos responsáveis pela purificação. Quanto maior a quantidade de sal aplicada aos tratamentos, maior sua condutividade do meio.

Os resultados obtidos para o coagulante Tanino são próximos aos valores obtidos na caracterização do efluente, assim indicando que o tratamento não influencia na quantidade de sais presentes no efluente. Ao analisar o efeito dos dois coagulantes ao decorrer do tempo de sedimentação observa-se que ocorrem pouca variação nos valores, sendo assim o tempo não interfere na condutividade elétrica.

De acordo com Libânio (2010), a condutividade elétrica, trata-se de um importante indicador de que o efluente lançado no corpo receptor encontra-se dentro do padrão de sólidos totais dissolvidos exigidos, uma vez que quanto maior a condutividade maior a concentração de sólidos totais dissolvidos. No entanto o parâmetro condutividade elétrica não é abordado pelas legislações do Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA) e pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente do Paraná (CEMA), desta forma não existe valor para comparação.

A análise estatística de variância referente ao parâmetro avaliado, é apresentado na Tabela 14.

Tabela 14: Resultados da Análise de Variância para o parâmetro condutividade elétrica.

Fonte da variação	SQ	GL	QM	F	valor-P	F crítico
Coagulante	0,354253	1	0,354253	2125,52	8,77E-22	4,351244
Tempo	4,314467	4	1,078617	6471,7	8,27E-31	2,866081
Interações						
(Coagulante*Tempo)	0,081013	4	0,020253	121,52	9,85E-14	2,866081
Dentro	0,003333	20	0,000167			
Total	4,753067	29				

Fonte: Próprio autor.

Os resultados da ANOVA, apresentaram p-valores menores do que 0,05 para os coagulantes e tempo assim indicando que ocorre diferença significativa entre os ambos coagulantes. Para as fontes de variação tempo e interação tempo*coagulante os pvalores também indicaram diferenças significativas. Deste modo, se fez necessário a comparação das médias pelo Teste de Tukey.

Tabela 15: Comparação das médias do parâmetro de condutividade elétrica

Coagulante	Tempos				
	T1	T2	T3	T4	F
Moringa	1,23aA	0,86bA	1,23aA	0,87bA	0,88bA
Tanino	0,96aA	0,69bA	0,95aA	0,68bB	0,69bB

Fonte: Próprio autor.

Segundo a análise de Tukey, os resultados da comparação entre coagulantes (letras maiúscula, analisadas por coluna) demonstrou que os coagulantes são iguais somente nos três primeiros tempos de sedimentação. Na comparação de médias entre os tempos (letras minúsculas, analisadas por linha) demonstrou que para ambos coagulantes, os tempos T1 e T3 são iguais entre si, e diferem dos tempos T2, T4 e filtração.

5.5 Sólidos totais dissolvidos

A Figura 13, resultante da análise das Tabelas A1 e A2 (Apêndice A) apresenta as remoções do parâmetro sólidos totais dissolvidos para os processos de coagulação/floculação/sedimentação bem como para o processo de filtração, utilizando a Moringa Oleifera e o Tanino em diferentes tempos de sedimentação.

Figura 13 – Gráfico de porcentagem de remoção do parâmetro sólidos totais dissolvidos.



Fonte: Próprio autor.

De acordo com os resultados apresentados na Figura 13, observa-se que o coagulante com uma maior eficiência de remoção do parâmetro analisado, foi o Tanino. Nota-se nos ensaios antes do processo de filtração, os valores de remoção de ambos coagulantes, permaneceram constantes ao longo dos 70 minutos de sedimentação, porém o Tanino já apresentou maior eficiência de remoção quando comparado a Moringa.

A análise estatística de variância referente ao parâmetro pH do efluente coletado é apresentado na Tabela 16.

Tabela 16: Resultados da Análise de Variância para o parâmetro sólidos dissolvidos

Fonte da variação	SQ	GL	QM	F	valor-P	F crítico
Coagulante	22195,2	1	22195,2	1043,661	9,82E-19	4,351244
Tempo	444319,8	4	111080	5223,195	7,03E-30	2,866081
Interações (Coagulante*Tempo)	4866,467	4	1216,617	57,20768	1,15E-10	2,866081
Dentro	425,3333	20	21,26667			
Total	471806,8	29				

Fonte: Próprio autor.

Os resultados da ANOVA, apresentaram p-valores menores do que 0,05 para os coagulantes e tempo assim indicando que ocorre diferença significativa entre ambos. Para as fontes de variação tempo e interação tempo*coagulante os pvalores também indicaram diferenças significativas. Deste modo, se fez necessário a comparação das médias pelo Teste de Tukey.

Tabela 17: Comparação das médias de sólidos dissolvidos

Coagulante	Tempos				
	T1	T2	T3	T4	F
Moringa	361,67aA	367aA	369aA	375bA	32,33eA
Tanino	299aB	299aB	299,67aB	306,67bB	28,67eA

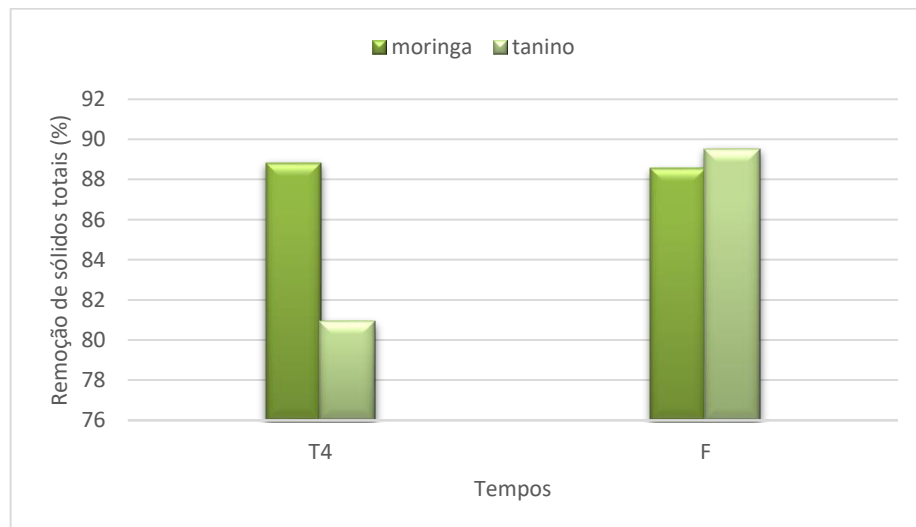
Fonte: Próprio autor.

A partir da Tabela 17, observa-se que, os resultados da comparação entre coagulantes (letras maiúscula, analisadas por coluna) demonstrou que os coagulantes são iguais somente após o processo de filtração. Na comparação de médias entre os tempos (letras minúsculas, analisadas por linha) demonstrou que para ambos coagulantes, somente os tempos T4 e filtração, apresentaram diferenças significativas entre ambos e entre os outros tempos de sedimentação.

5.6 Série de sólidos totais

A Figura 14, resultante da análise das Tabelas A1 e A2 (Apêndice A) apresenta as remoções do parâmetro sólidos totais para os processos de coagulação/floculação/sedimentação e filtração, utilizando a Moringa Oleífera e o Tanino em diferentes tempos de sedimentação.

Figura 14- Resultado da análise de sólidos totais



Fonte: Próprio autor

De acordo com os resultados apresentados na Figura 14, observa-se que antes do processo de filtração, a Moringa oleífera apresentou melhor remoção do parâmetro analisado, o que não era esperado devido ao fato que essa solução coagulante apresenta grande quantidade de sólidos suspensos. No entanto, após o processo de

filtração a eficiência de remoção do Tanino foi melhor quando comparado com a Moringa, essa fator pode ter ocorrido devido ao contado dos sólidos suspensos da Moringa oleífera com a areia presente no filtro.

A partir dessa análise, observa-se que o uso do coagulante de Moringa oleífera para esse efluente, é melhor indicado para tratamentos onde o processos de filtração não aconteça.

A análise estatística de variância referente ao parâmetro avaliado, é apresentado na Tabela 18.

Tabela 18: Resultados da Análise de Variância para o parâmetro de serie de sólidos totais

Fonte da variação	SQ	GL	QM	F	valor-P	F crítico
Coagulante	35,86638	1	35,86638	0,530155	0,487304	5,317655
Tempo	51,95009	1	51,95009	0,767895	0,406411	5,317655
Interações (Coagulante*Tempo)	58,98107	1	58,98107	0,871823	0,377772	5,317655
Dentro	541,2208	8	67,6526			
Total	688,0184	11				

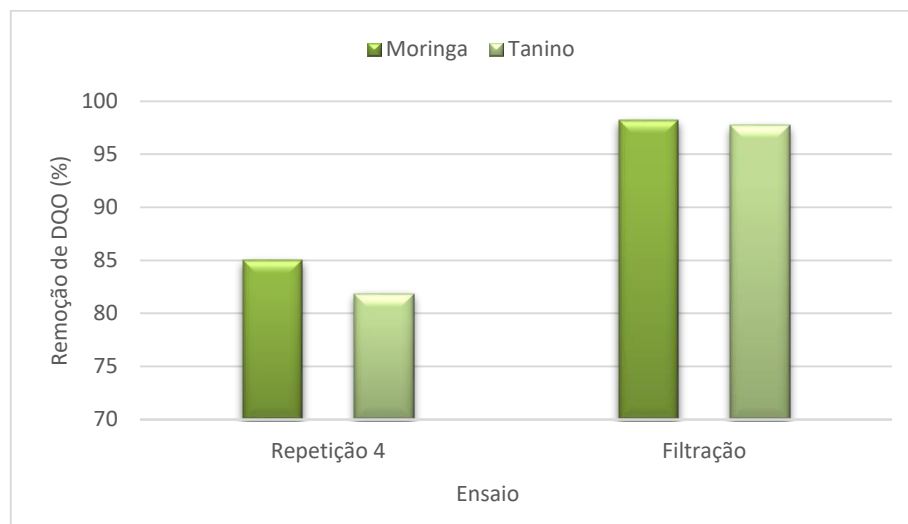
Fonte: Próprio autor

Observa-se na Tabela 18, que a interação Tempo*Coagulante, obteve um $p\text{valor} > 0,05$, bem como o coagulante e o tempo, não sendo necessário realizar comparações múltiplas.

5.7 DQO

A Figura 15, resultante da análise das Tabelas A1 e A2 (Apêndice A) apresentam os resultados de variação de demanda química de oxigênio, após os processos de coagulação/floculação/sedimentação e após o processo de filtração utilizando a Moringa Oleifera e o Tanino em diferentes tempos de sedimentação. Optou-se por medir apenas os valores iniciais ao e finais ao processo de filtração devido à falta de recursos para análises de todas as amostras.

Figura 15– Gráfico de porcentagem de remoção da DQO na repetição 4 e filtração.



Fonte: Próprio autor.

O efluente em sua condição bruta apresentava valores de $3341,991\text{mg.L}^{-1}$ de demanda química de oxigênio, sendo que com o uso dos coagulantes propostos foi obtido a redução do mesmo. Ao analisar os dados do efluente na Figura 15 observou-

se que a melhor remoção desse parâmetro foi obtida com o uso da solução coagulante de Moringa oleífera, o qual apresentou melhor remoção antes e depois do processo de filtração.

Na Tabelas 19, observa-se que os p-valores são menores que 0,05, indicando que os coagulantes possuem diferença significativa, a 5% de significância. Para realizar as comparações entre as médias foi realizado o teste de Tukey.

Tabela 19: Resultados da Análise de Variância para o parâmetro de demanda química de oxigênio

Fonte da variação	SQ	GL	QM	F	valor-P	F crítico
Coagulante	11084,33	1	11084,33	13,72	0,006007	5,317655
Tempo	708191,3	1	708191,3	876,5873	1,84E-09	5,317655
Interações (Coagulante*Tempo)	5872,762	1	5872,762	7,269206	0,027236	5,317655
Dentro	6463,168	8	807,896			
Total	731611,6	11				

Fonte: Próprio autor.

Na Tabela 20 são apresentados resumos das comparações de médias entre coagulantes.

Tabela 20: Comparação das médias de redução de demanda química de oxigênio

Coagulante	Tempos	
	T4	F
Moringa	607,09aA	76,98bA
Tanino	502,06aB	60,44bA

Fonte: Próprio autor.

Conforme apresentado na Tabela 20 observa-se que os coagulantes Tanino e Moringa obtiveram resultados diferentes entre si no ensaio com tempo de sedimentação de 70 minutos. No entanto, após o processo de filtração os coagulantes apresentaram- se estatisticamente iguais.

6 CONCLUSÕES

Os resultados apresentados no trabalho demonstraram que a aplicação de coagulantes orgânicos acompanhados de um sistema filtração, pode ser uma alternativa para o tratamento do efluente gerado pela indústria Fiação de Seda BRATAC s.a., uma vez que esses coagulantes conseguem reduzir a quantidade de cor aparente, turbidez, sólidos totais e da demanda química de oxigênio presente no efluente (DQO).

O parâmetro pH sofre pouca influência quando aplicados os coagulantes analisados durante o estudo, no entanto, o Tanino apresentou melhor resultado quando comparado com a Moringa, esse fator deve-se a possíveis não conformidades no filtro utilizado, visto que, durante os tempos de sedimentação o pH mantém-se estável. Enquanto o parâmetro condutividade elétrica sofre influência apenas do coagulante Moringa oleífera antes do processo de filtração, devido sua carga salina presente na solução.

Os melhores resultados para remoção de cor aparente, foram obtidos utilizando o coagulante Moringa oleífera, devido sua elevada eficiência antes e depois do processo de filtração, bem como o parâmetro turbidez. A análise dos sólidos dissolvidos, observa-se que o coagulante com maior eficiência de remoção, foi o Tanino. Nota-se nos ensaios antes do processo de filtração, os valores de remoção de ambos coagulantes, permaneceram constantes ao longo dos 70 minutos de sedimentação, porém o Tanino já apresentou maior eficiência de remoção quando comparado a Moringa.

Já os melhores resultados para a DQO, foram obtidos com a utilização da Moringa oleífera. Assim após a realização do presente estudo, recomenda-se a aplicação do coagulante Moringa oleífera para o tratamento desse efluente específico, devido sua elevada eficiência tanto nos processos de sedimentação e filtração.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22^a ed. Washington, 2012.
- ARANTES, C. C. et al. **Diferentes formas da semente de Moringa oleifera no tratamento de água**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.19, n.3, p.266–272, 2015. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v19n3/1415-4366-rbeaa-19-03-0266.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2019
- AYGUN, S.S. **Recovery of sericin protein from silk processing wastewaters by membrane technology**. 2008. 202 p. Master of Science's Thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey, 2008. Disponível em:<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.634.1990&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 14 fev.2019.
- Bergamasco, D. A.; **tratamento corona: nova aplicação para a indústria têxtil no beneficiamento de palha de seda**. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/331741/1/Bergamasco_DaivesArakem_D.pdf>. Acesso em: 10 maio.2019.
- Bexiga, N. M. **Preparo e avaliação comparativa das propriedades físico- químicas de hidrogéis de fibroína de seda com conteúdo variado de sericina obtidos a partir do cloreto de cálcio e lítio em sistemas distintos de solventes**. Dissertação de Mestrado Universidade de São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9135/tde-19092014-093819/pt-br.php>>. Acesso em: 16 mar. 2019.
- 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 mar. 2005. Disponível em: Acesso em: 25 de abr. 2019.
- 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 maio 2011. Disponível em: Acesso em: 25 de abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS.** Brasília. Funasa, 2014. 122p.

BRITES, M. M; SANCHES, R. A; OLIVEIRA, P. R. A. **Poliéster de alta tecnologia: na fabricação de roupas esportivas.** In Anais do Colóquio de Moda (6°). São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de%20Moda%20-%202010/71986_Poliester_de_alta_tecnologia_-_na_fabricacao_de_roupas.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2019.

CARDOSO, K. C; BERGAMASCO, R; COSSICH, E. S.; MORAES, L. C. K. **Otimização dos tempos de mistura e decantação no processo de coagulação/floculação da água bruta por meio da Moringa oleifera Lam.** Acta Sci. Tech., v. 30, n. 2, p. 193-198, 2008.

CARVALHO, Maria J. H. **Uso de coagulantes naturais no processo de obtenção de água potável.** 2008. 154 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Departamento de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Maringá. 2008. Disponível em: < <http://nou-rau.uem.br/nou-rau/document/?code=vtls000210624>>. Acesso em: 15 fev.2019.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Variáveis de qualidade das águas.** Apostila. São Paulo, 2006. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasSuperficiais2014_Partel_vers%C3%A3o2015_Web.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2019.

COSTA, A. C. R.; ROCHA, E. R. P. Panorama da cadeia produtiva têxtil e de confecção e a questão da inovação. **BNDES Setorial (Rio de Janeiro)**, n.29, p. 159-202, 2009.

CRUZ, J. G. H; MENEZES, J. C. S. S.; RUBIO, J; SCHNEIDER, I. A. H. **Aplicação de coagulante vegetal à base de tanino no tratamento por coagulação/floculação e adsorção/coagulação/floculação do efluente de uma lavanderia industrial.** In CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23.,2005, Campo Grande, Anais Eletrônicos. Rio de Janeiro. ABES, 2005.

CUNHA, R. M. da. **Análises técnica e energética da secagem combinada no processamento de casulo do bicho da seda de Bombyx mori L.** Dissertação apresentada para a obtenção do título de mestre em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agronomicas da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Botucatu (SP), 2007.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. **Métodos e técnicas de tratamento de água.** 2 ed. São Carlos: Editora Rima, 2005.

FERRARI, C. T. **Uso de coagulantes naturais para o tratamento de efluente da indústria de alimentos.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

Disponível em: <
http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2160/1/MD_PPGTA_M_Ferrari%2C%20Crislaine%20Trevisan%20da%20Rocha%20Ribeiro_2015.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2019.

FORMENTINI-SCHMITT, D. M., FAGUNDES-KLEN, M.R., VEIT, M.T. BERGAMASCO, R., FERRANDIN, A.T. 2014. **Estudo da Eficiência do Composto Ativo de Moringa oleifera Extraída com Soluções Salinas na Tratabilidade de Águas Residuárias da Indústria de Laticínios**. Engevista, 16 (2), 221-231.

FONSECA, A. da S.; FONSECA, T. C. Cultura da amoreira e criação do bicho-da-seda: sericicultura. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1988. 246p.

FRANCO, Monalisa. et al. **Uso de coagulante a partir de sementes de Moringa oleífera como auxiliar na coagulação química com PAC e FeCl³**. 2º encontro Nacional de Moringa. Aracaju-Se. 2010.

GARCIA, Cristiani Ghilhermeti. **O custeio variável na fabricação de fios de fibras naturais: um estudo de caso em uma fiação de bicho-da-seda (Bombyx mori)**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2004.

GENC, Y.; HU, Y. C.; SCHMIDHALTER, U. **Reassessment of tissue Na⁺ concentration as a criterion for salinity tolerance in bread wheat**. Plant, Cell e Environment, v.30, p.1486-1498, 2007.

GIACOMIN, A.M.; **DINAMICA DA INOVAÇÃO DA SERICICULTURA NO BRASIL**. Dissertação apresentada na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo- Mestrado pelo programa de Pós Graduação em Textil e Moda .Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100133/tde-14102018-180657/pt-br.php>>. Acesso em: 08 maio. 2019.

GRAHAM, N.; GANG, F.; FOWLER, G.; WATTS, M. **Characterisation and coagulation performance of a tanninbased cationic polymer: a preliminary assessment**. Colloids and Surface A: Physicochemical and Engineering Aspects, v. 327, n. 1-3, p. 9-16, 2008.

HOLANDA P. R. H.; MATA S. F.; LIMA A. G. B.; **Propriedades Físicas e Secagem de Casulos do Bicho-da-seda em Leito Fixo: Uma Investigação Teórica e Experimental**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, V. 6, p 104 – 114, 2004.

KUNDU S. C.; DASH B. C.; DASH R.; KAPLAN D. L.; **Natural Protective Glue Protein, Sericin Bioengineered by Silkworms: Potential for Biomedical and Biotechnological Applications**. Progress in Polymer Science, v. 33, p. 998 – 1012, 2008.

LIBÂNIO, Paulo A. C. et al. **A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde**

pública. Engenharia Sanitária e Ambiental. Vol 10 nº3. Rio de Janeiro. 2005. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522005000300006&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 15 fev. 2019.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 3º ed. 494p. Editora Átomo. Campinas, SP. 2010.

LÔNDERO, E.; GARCIA, C. Sovergs. Site Higienistas, 2010. Disponível em: < <http://www.sovergs.com.br/site/higienistas/trabalhos/10474.pdf> >. Acesso em: 24 abr. 2019.

MADRONA, Grasielle Scaramal. **Extração/purificação do composto ativo da semente da Moringa oleifera Lam e sua utilização no tratamento de água para consumo humano.** 2010. 176 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Programa de Engenharia Química em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

MARTINEZ, F. L. **Taninos Vegetais e suas aplicações.** Universidade de Havana/Cuba. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Outubro de 1996.

MAUERSBERGER H. R. M.; **TEXTILE FIBERS Their Physical, Microscopic and Chemical Properties.** 4º edição, Londres, Chapman & Hall, 1954. Disponível em: < https://www.academia.edu/19877751/Physical_Properties_of_Textile_Fibres_4th_Edition_By_Morton_and_Hearle>. Acesso em: 10 maio. 2019.

MAYER, S.; MARIC, M.; **Preparation of Silk Protein Sericin as Mitogenic Factor for Better Mammalian Cell Culture.** Dept. of Applied Chemistry & Biotechnology, University of Fukui, Japan, 2008.

MUYIBI, S. A.; EVISON, L. M. **Moringa oleifera seeds for softening hardwater.** Water Research, vol. 29 (4), 1995, 1099-1104 p.

NDABIGENGESERE, A.; NARASIAH, K. S.; TALBOT, B. G. **Active agents and mechanism of coagulation of turbid water using Moringa oleifera.** Water Research. V.29, p.703-710, 1995

NOGUEIRA, F. et al. **Análise de parâmetros físico químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás. Trabalho de conclusão de curso submetido como exigência parcial para a obtenção do título em Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.**

Disponível em: <https://www.eec.ufg.br/up/140/o/An%C3%A1lise_de_par%C3%A2metros_f%C3%A2sico-qu%C3%ADmicos_da_%C3%A1gua_e_do_uso_e_ocupa%C3%A7%C3%A3o_do_solo_na_sub-bacia_do_C%C3%B3rrego_da_%C3%81gua_Branca_no_munic%C3%ADpio_de_Ner%C3%B3polis_%E2%80%93_Goi%C3%A1s.pdf> Acesso em: 23 fev. 2019.

OKUDA, T. et al. **Improvement of extraction method of coagulation active components from Moringa oleifera seed.** Water Res. V.33, n.15, p.3373-3378. 1999.

PATERNIANI, José E. S. et al. **Uso de sementes de Moringa oleífera para tratamento de águas superficiais.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, PB. v.13, n.6, p.765–771, 2009.

PAVANELLI, Gerson. **Eficiência de diferentes tipos de coagulação na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada.** 2001. 233 f.34 Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

PEIXOTO, João. **Análises Físico-Químicas: cor, turbidez, pH, temperatura, alcalinidade e dureza.** Apostila de Laboratórios de Tecnologias Ambientais. Mestrado Integrado em Engenharia Biológica. Universidade do Minho, Braga, 2007.

PIANTÁ, Cyro. **Emprego de coagulantes orgânicos naturais como alternativa ao uso de sulfato de alumínio no tratamento de água.** 2008. Dissertação de conclusão do curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26026/000754989.pdf>>. Acesso em: 02 Fev. 2018.

RICHTER, C.A.; AZEVEDO NETTO, J.M. de. **Tratamento de água: tecnologia atualizada.** São Paulo: Edgard Blücher, 1991.

RICHTER C. A. **Água: Métodos e tecnologia de tratamento de água.** São Paulo: Blucher, 2009.

SANTOS, M. A. D. et al. **O Cerrado Brasileiro: Notas para Estudo.** UFMG. Belo Horizonte, p. 15. 2010.

SANTOS, S. A.; VIDIGAL, P. G; MERLINI, L. S. **A criação de Bombyx mori (bicho da seda) e as principais doenças.** Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR. Umuarama. V.14, n.1, p. 57-64, 2011. Disponível em: <<http://www.revistas.unipar.br/index.php/veterinaria/article/view/3745>>. Acesso em: 25 abr. 2019.

SANTOS, V. C.; SOUZA, K. A.; ABRANTES R. S. X. et al.,. **Sericicultura: colhendo os frutos da criação do bicho de seda.** INTESA- Informativo técnico do Semiárido. Pombal- PB, v.10, n. 2. p 62- 68. 2016. Disponível em: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/INTESA/article/view/4572>>. Acesso em: 25 abr. 2019.

SCHOENHALS, Marise. **Avaliação Da Eficiência Do Processo De Flotação Aplicado Ao Tratamento Primário De Efluentes De Abatedouro Avícola.** 2006. 87f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Química,

Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/88890>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

SILVA, T. S. S. Estudo de tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e de esgoto. 1999. 87 f. Tese de Mestrado na área de Saúde Pública. Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1999.

SILVA, T. L. **Desenvolvimento e avaliação de partículas à base de blendas entre sericina e alginato para aplicação ambiental.** Tese de doutorado - Faculdade de Engenharia Química- UNICAMP. Disponível em<<https://www.unicamp.br/unicamp/ju/673/cola-do-bicho-da-seda-e-usada-na-remocao-de-metais-toxicos-da-agua>>. Acesso em: 15 fev.2019

SILVA, A. S. F. Avaliação de práticas e performance de manufatura enxuta, via benchmarking, para diagnóstico da indústria de confecção. 2009. p. 229. Tese (Doutorado em Eng. De Produção) - Escola de Eng. De Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SPERLING, M. V. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos.** 3ª. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. I, 2005.

VON SPERLING, M. **Princípios básicos do tratamento de esgotos.** (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias; vol.2, Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. DESA-UFMG, 211p. 1996.

ZANETTI R.; REIS M. A.; Sericicultura, 1º Edição, Lavras, Editora UFLA, 2003.

ZHANG Y. Q.; TAO M. L.; SHEN W. D.; MAO J. P.; CHEN Y. H.; **Synthesis of Silk Sericin Peptides–L-asparaginase Conjugates and Their Characterization.** Journal of Chemical Technology and Biotechnology, v. 81, p. 136 - 145, 2006.

8 ANEXOS

APÊNDICE A – Dados de análises.

Tabela A1: Resultados referente ao ensaio com o coagulante Moringa oleífera

Moringa																					
Jarro 1								Jarro 2						Jarro 3							
Tempos	Cor	Turb.	pH.	Cond.	STD	ST	DQO	Cor	Turb.	pH.	Cond.	STD	ST	DQO	Cor	Turb.	pH.	Cond.	STD	ST	DQO
T1	580	94,7	6,67	1,21	360	-	-	780	109	6,57	1,2	361	-	-	760	119	6,68	1,22	364	-	-
T2	132	33,7	6,67	1,24	365	-	-	136	36,1	6,66	1,24	368	-	-	138	36,6	6,69	1,23	368	-	-
T3	118	23,3	6,71	1,24	372	-	-	113	20,7	6,68	1,2	370	-	-	106	20,7	6,68	1,23	365	-	-
T4	99	17,7	6,68	1,25	378	11,11	548,38	97	17,1	6,69	1,24	373	10,9	479	98	16,3	6,7	1,23	373	11,6	478,91
Filtração	8	0,76	7,27	0,13	24	11,56	64,58	11	0,43	6,93	0,15	31	11,4	66,1	8	0,23	1,12	0,17	42	11,4	54,656

Fonte: Próprio autor

Tabela A2: Resultados referente ao ensaio com o Tanino

Tanino																					
Jarro 1								Jarro 2						Jarro 3							
Tempos	Cor	Turb.	pH.	Cond.	STD	ST	DQO	Cor	Turb.	pH.	Cond.	STD	ST	DQO	Cor	Turb.	pH.	Cond.	STD	ST	DQO
T1	690	100	6,69	0,96	303	-	-	730	98,6	6,74	0,95	301	-	-	870	103	6,69	0,95	293	-	-
T2	333	75,1	6,7	0,96	297	-	-	330	76,6	6,71	0,96	301	-	-	700	72,6	6,73	0,96	299	-	-
T3	332	67,6	6,75	0,94	299	-	-	317	66,6	6,75	0,94	300	-	-	328	67,5	6,78	0,97	300	-	-
T4	315	65,4	6,74	0,96	308	8,522	585,59	322	62,1	6,74	0,96	304	37,9	583	313	63,3	6,73	0,96	308	10,3	652,58
Filtração	8	0,6	6,92	0,16	38	11,46	81,947	7	0,53	7,02	0,13	24	11,5	69,5	11	0,5	6,95	0,13	24	8,51	79,466

Fonte: Próprio autor