

UniRV – UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

**VERIFICAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO ÓTIMA DE CLORETO DE FERRO NA
COAGULAÇÃO E TRATAMENTO DE EFLUENTE DE INDÚSTRIAS ALIMENTÍCIA**

DANNY FERNANDO RODRIGUES MIRANDA

Orientador: Prof.Me.ALEX ANDERSON DE OLIVEIRA MOURA

Monografia apresentada a Faculdade de Engenharia Mecânica da Unirv- Universidade de Rio Verde, como parte da obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

**RIO VERDE – GOIÁS
JUNHO, 2015**

UniRV – UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

**VERIFICAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO ÓTIMA DE CLORETO DE FERRO NA
COAGULAÇÃO E TRATAMENTO DE EFLUENTE DE INDÚSTRIAS ALIMENTÍCIA**

DANNY FERNANDO RODRIGUES MIRANDA

Orientador: Prof.Me.ALEX ANDERSON DE OLIVEIRA MOURA

Monografia apresentada a Faculdade de Engenharia Mecânica da Unirv- Universidade de Rio Verde, como parte da obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

**RIO VERDE – GOIÁS
JUNHO, 2015**

Dedico esta obra em especial a minha esposa Héryka Lima Martins Miranda, que me apoiou durante esses cinco anos de luta. Incentivando-me e dedicando seu tempo em prol da nossa família. Sem você isso não teria sido possível!
Ao meu filho Davi Fernando Lima Miranda, que amo muito.
Aos meus Pais Revacy e Raimundo, que sempre estiveram presentes quando eu mais precisei.

AGRADECIMENTO

Agradeço em primeiro lugar a Deus que esteve ao meu lado em todas as batalhas e nunca me deixou fraquejar. Ajudou-me a encontrar forças para chegar até aqui e vencer mais esta luta.

A minha esposa Héryka Lima Martins Miranda, que sempre apoiou todas as minhas decisões, mesmo não concordando com algumas, e me incentivou a seguir em frente nos dias mais tenebrosos.

Agradeço ao meu filho que amo muito, e sempre trás me a inspiração de seguir passos rígidos para um dia ser o modelo e exemplo para que venha seguir me.

Aos meus pais Revacy Rodrigues Miranda e Raimundo Nonato Farias, pois sem eles jamais teria chegado se quer a faculdade! Obrigado por todo o investimento realizado em mim como filho e pessoa, mesmo que às vezes não tenha reconhecido seus esforços.

Agradeço a instituição UniRV Universidade de Rio Verde, por me proporcionar todo o conhecimento durante a jornada do curso de Engenharia Mecânica, tendo como valores as pessoas que estão presente em nosso cotidiano.

Agradeço aos meus colegas de profissão que sempre me apoiaram e facilitaram com que meus horários de trabalho não chocassem com os de aula sempre que possível.

Obrigado aos meus colegas de turma que sempre estiveram por perto, em todas as bagunças e estudos! Aprendemos juntos, crescemos juntos como uma família!

Obrigado pela paciência que todos os meus professores tiveram comigo!

Obrigado ao meu orientador Alex Moura, que eu encontrei em um momento delicado do meu trabalho e superando todas as minhas expectativas, acreditou em mim e me auxilio para que esta obra pudesse enfim ser concluída.

Gostaria de agradecer também ao professor João Pires, que sempre apoiou e auxiliou em vários momentos de minha jornada de universitária.

Agradeço a empresa Cargill Agrícola que permitiu que utilizassem sua estrutura física da Estação de Tratamento de Efluentes, e o Laboratório para realização deste projeto.

E a todos que direta ou indiretamente me apoiaram.

RESUMO

MIRANDA, Danny Fernando Rodrigues. **Verificação da Concentração ótima de FeCl₃ na coagulação e tratamento de efluente de Indústria Alimentícia.** 36p. 2015. Monografia do Curso de Engenharia Mecânica. Universidade de Rio Verde. Rio Verde, GO, 2015.

O presente trabalho tem por objetivo testar a eficiência do produto: Cloreto Férrico PLC-8034 ORGANIC Universal Química e suas referidas dosagens ideais, o mesmo é um produto comercial, orgânicos compostos por FeCl₃, que atua no tratamento do efluente bruto por coagulação e estabilização de uma empresa agro-alimentícia no período de 11 dias. Este tratamento teve por finalidade degradar e digerir resíduos orgânicos encontrados nas lagoas de estabilização, bem como testar a eficiência dos produtos na melhoria da aparência das mesmas com relação ao assoreamento existente no local e na eliminação do mau odor. O sistema de lagoas de estabilização estudado é composto de duas lagoas anaeróbias, quatro lagoas facultativas e duas de maturação. Foram analisados os parâmetros de demanda química de oxigênio (DQO), pH, sólidos sedimentáveis (SS) e temperatura (°C); foram adotadas também análises visuais e sensoriais das lagoas durante todo o período do teste. Foi observada após a aplicação uma equalização na eficiência de DQO durante a aplicação dos produtos. Foi observado certo nível de estabilização também nos parâmetros de SS, pH e Temperatura. Foi concluído que no período de aplicação não foi possível observar respostas relevantes do tratamento quanto aos parâmetros analisados, todavia obteve-se uma melhora significativa na aparência das lagoas e a ausência de materiais sedimentáveis existentes anteriormente.

Palavras-chave: coagulante, Conama, eficiência, tratamento de efluentes.

ABSTRACT

MIRANDA, Danny Fernando Rodrigues. **Verificação da Concentração ótima de FeCl₃ na coagulação e tratamento de efluente de Indústria Alimentícia.** 36p. 2015. Monografia do Curso de Engenharia Mecânica. Universidade de Rio Verde. Rio Verde, GO, 2015.

This study targets to test the efficiency product: Ferric Chloride PLC-8034 ORGANIC Universal Química and their ideal dosages, it is a commercial product, organic compounds by FeCl₃, which operates in the treatment of raw wastewater by coagulation and stabilization of a company agri-food in the period of 11 days. This treatment aimed to degrade and digest organic waste found in the stabilization ponds and test the efficiency of the products in improving the appearance thereof with respect to existing silting in place and eliminating bad odor. The studied stabilization ponds system is composed of two anaerobic, four facultative and two maturation ponds. Were analyzed the chemical oxygen demand parameters (COD), pH, settle able solids (SS) and temperature (° C); they were also adopted visual and sensory analysis ponds throughout the test period. It was observed after applying an equalization in COD efficiency during application of the products. It was observed stabilization certain level also in the SS parameters, pH and temperature. It was concluded that the implementation period was not observed significant treatment responses about the parameters analyzed, however we obtained a significant improvement in the appearance of the lagoons and the lack of existing sedimentary materials previously.

Keywords: coagulant, Conama, efficiency, wastewater treatment.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Fluxograma do processo de tratamento, destacando os pontos de coletas de amostras.....	25
FIGURA 2	Gráfico de redução de DQO (Demanda Química de oxigênio) e SS (Sólidos Sedimentáveis) em %.....	30

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Parâmetros de Qualidade por grupo.....	16
TABELA 2	Níveis do tratamento de esgotos.....	19
TABELA 3	Condições de tratamento e lançamento de efluentes.....	23
TABELA 4	Caracterização inicial do Efluente Bruto.....	24
TABELA 5	Cronograma dos ensaios para quantificar a dosagem do Cloreto Férrico no tratamento de efluente.....	26
TABELA 6	Resultado das médias dos ensaios para quantificar a dosagem do Cloreto Férrico no tratamento de efluente.....	29
TABELA 7	Redução de DQO (Demanda química de oxigênio) e SS (Sólidos Sedimentáveis) em %.....	30
TABELA 8	Resultados de DQO, Temperatura e Sólidos Sedimentáveis para dosagem de 1mL de FeCl ₃	37
TABELA 9	Resultados de DQO, Temperatura e Sólidos Sedimentáveis para dosagem de 2mL de FeCl ₃	38
TABELA 10	Resultados de DQO, Temperatura e Sólidos Sedimentáveis para dosagem de 3mL de FeCl ₃	39
TABELA 11	Resultados de DQO, Temperatura e Sólidos Sedimentáveis para dosagem de 4mL de FeCl ₃	40
TABELA 12	Resultados de DQO, Temperatura e Sólidos Sedimentáveis para dosagem de 5mL de FeCl ₃	41
TABELA 13	Resultados de DQO, Temperatura e Sólidos Sedimentáveis para dosagem de 6mL de FeCl ₃	42

SUMÁRIO

RESUMO	5
1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Indústrias e Meio Ambiente.....	11
2.2 Efluentes	13
2.2.1 Domésticos:.....	13
2.2.2 Industriais:.....	14
2.2.3 Agrícolas:.....	14
2.2.4 Pluviais urbanos:.....	14
2.2.5 Depósitos de resíduos sólidos:.....	14
2.3 Parâmetros de Qualidade do Efluente.....	15
2.4 Métodos e Operações de Tratamento.....	17
2.4.1 Métodos de Tratamento.....	18
2.4.2 Operações de Tratamento.....	19
2.5 Coagulação.....	19
3.MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1 Procedimento de Montagem dos Ensaios e Testes	23
3.2 Ensaios e Testes	24
3.3 Análises Laboratoriais	25
3.3.1 pH	25
3.3.2 Demanda Química de Oxigênio	25
3.6.3 Sólidos Sedimentáveis.....	26
3.6.4 Temperatura.....	26
3.6.5 Acompanhamento de Análises	26
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
ANEXO I.....	35

1. INTRODUÇÃO

As preocupações com a poluição ambiental e a escassez de recursos ambientais vêm crescendo gradativamente a cada ano. Com o passar dos anos, houve o surgimento da consciência ambiental nas indústrias, tanto por essa escassez quanto por uma vigente legislação empregada. Bringer (1989) *apud* Daniel (1998) acrescenta que esta conscientização vem ocorrendo devido ao alto custo de disposição de resíduos, ao pagamento de taxas por sua geração, à competitividade de mercado, à ênfase na qualidade do produto e ao reconhecimento de que os recursos ambientais poderão acabar.

A geração de efluentes líquidos industriais é um problema bastante complexo. “Este tipo de efluente além de ser tóxico e não-biodegradável, pode ser constituído de substâncias depletivas de oxigênio, objetáveis, corrosivas, materiais radioativos, podendo vir a causar efeitos danosos ao meio ambiente e à saúde pública.” (OLIVEIRA; DANIEL,1998).

Nesse sentido, os principais cuidados que uma empresa/organização deve ter nesse sentido são sobre o lançamento de seus efluentes, evitando assim a poluição hídrica da destinação final. O lançamento destes efluentes líquidos não tratados, provenientes das indústrias e esgotos sanitários, em rios, lagos e córregos provocam um sério desequilíbrio no ecossistema aquático.

Os efluentes líquidos ao serem despejados com os seus poluentes característicos causam a alteração de qualidade nos corpos receptores e, conseqüentemente, a sua degradação. A poluição hídrica pode ser definida como qualquer alteração física, química ou biológica da qualidade de um corpo hídrico, capaz de ultrapassar os padrões estabelecidos para a classe, conforme o seu uso preponderante. Essa poluição ocorre pela perda de energia, produto e matéria-prima, em outras palavras, devido à ineficiência dos processos industriais. (GIORDANO, 2004).

A fim de evitar a degradação ambiental, segundo Nascimento (1996), as fontes poluidoras devem dispor de sistemas de tratamento de efluentes líquidos, e a forma de tratamento estará relacionada intimamente com as características dos efluentes. Para Giordano (1999) *apud* Bordonalli; Mendes(2009), os processos de tratamento a serem adotados, as suas formas construtivas e os materiais a serem empregados são considerados a partir dos seguintes fatores:

- A legislação ambiental regional;
- O clima;
- A cultura local;
- Os custos de investimento;
- Os custos operacionais;
- A quantidade e a qualidade do lodo gerado na estação de tratamento de efluentes industriais;
- A qualidade do efluente tratado;
- A segurança operacional relativa aos vazamentos de produtos químicos utilizados ou dos efluentes;
- Explosões;
- Geração de odor;
- Interação com a vizinhança;
- Confiabilidade para atendimento à legislação ambiental;
- Possibilidade de reuso dos efluentes tratados.

De acordo com Casali (2011), as técnicas de tratamento convencionais e avançadas consistem de uma combinação de processos físicos, físico-químicos e biológicos para remover sólidos sedimentáveis, em suspensão e dissolvidos, matéria orgânica, metais, ânions, nutrientes e organismos patogênicos.

Um dos processos físico-químico mais utilizado são a coagulação e floculação. Segundo Campos *et al.* (2005) *apud* Casali (2011), a eficiência da coagulação e floculação é influenciada por fatores como pH, turbidez, alcalinidade, dosagem do coagulante, intensidade e agitação, ponto de aplicação do coagulante, tamanho e distribuição do tamanho das partículas, sólidos totais dissolvidos, cor, etc.

Kunsetal. (2002) acrescenta que as técnicas de tratamento fundamentadas em processo de coagulação acompanhado de separação por flotação ou sedimentação, apresentam uma elevada eficiência na remoção de material particulado. De acordo com Palmeira *et al.* (2009) os métodos baseados no princípio de coagulação são os mais comumente utilizados, devido a sua ampla escala de atuação e geralmente menores custos operacionais.

O presente projeto foi realizado com o intuito de avaliar a eficiência do produto comercial UNIVERSAL PLC-8034 ORGANIC, uma solução a base de sais de ferro, cuja utilização foi uma recomendação da empresa UNIVERSAL QUÍMICA LTDA, que produz e comercializa o produto, no tratamento de efluente tipo industrial, avaliando os parâmetros sólidos sedimentáveis, Temperatura, DQO e pH. Sendo este efluente gerado pela Cargill S/A, uma agroindústria alimentícia situada no município de Rio Verde – GO.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Indústrias e Meio Ambiente

Desde seu surgimento, entre o fim do século XVIII e o início do século XIX, até os dias atuais, as indústrias alcançaram grande importância no cenário mundial. Granjeiro (2009) *apud* Toni *et al.* (2014) reconhece que os motivos deste valor, está intimamente relacionado ao crescimento econômico que proporciona ao país, geração de empregos, otimização de mão-de-obra capacitada, implantação de novas tendências e tecnologias, além de trazer infraestrutura ao país [...].

Segundo Costa *et al.* (2009), antes da Revolução Industrial, utilizava-se o processo de produção chamado manufatura, no qual os artesãos, que eram proprietários da matéria-prima e comercializavam o produto final do seu trabalho manual. Utilizavam apenas algumas ferramentas e realizavam seus trabalhos em oficinas construídas em suas próprias casas, atividades essas que não provocavam grandes impactos para o meio ambiente, já que a produção era em pequena escala. Na época, os resíduos gerados eram se imperceptíveis e não havia a utilização de tecnologias, pois tinham como fonte de energia os recursos naturais.

Com o passar do tempo, após a Revolução Industrial e o advento da máquina a vapor, novas tecnologias foram surgindo, bem como novos métodos de trabalho e processos, algo que alavancou ainda mais o crescimento industrial. Devido ao crescimento das populações e das necessidades de consumo, as indústrias cresceram consideravelmente em número, áreas de atuação e variedade de produtos (LEAL *et al.*, 2008). A indústria se tornou a base da economia mundial.

Todavia, desde seu surgimento até as últimas décadas do século XX, não havia preocupação alguma com a escassez de recursos naturais, ou seja, matérias-primas. “Na época, ainda não existia a conscientização dos gestores de que os recursos naturais são finitos e que o mau uso poderia gerar grandes consequências futuras. A única preocupação era produzir cada vez mais e em maior escala.” (COSTA *et al.*, 2009). Além disso, o meio ambiente não era visto com o olhar preservacionista de anos depois. Ainda era uma época onde a abundância de recursos fazia com que simplesmente não houvesse preocupações com seu esgotamento.

Foi somente a partir da década de 1970, como consequência da criação de leis conservacionistas, como o Código Florestal Brasileiro de 1.965, que a conscientização ecológica tornou-se imprescindível para a adoção de tecnologias “limpas”, ou seja, aquelas que não agridem o ambiente.

“Com o avanço da conscientização ecológica nos países do Norte nas décadas de 70 e 80, desenvolveram-se tecnologias que possibilitaram melhor controle da emissão de poluentes, maior economia energética e substituição de alguns recursos naturais escassos. A pressão da opinião pública e das agências ambientais fez com que determinadas indústrias transferissem suas plantas industriais, seus processos produtivos e, muitas vezes, a comercialização de produtos que não satisfaziam às novas exigências para os países em desenvolvimento.” (DIAS, 2006,p. 21)

Iniciava-se, ainda em pequena escala, a conscientização em prol do meio ambiente e da proteção e preservação dos recursos naturais.

Atualmente, as leis ambientais são bastante abrangentes, parte por conta das pressões sociais do conhecimento adquirido que os recursos naturais não só são finitos, como também estão acabando. Com essa atuação nos mais diversos campos, tornou-se quase impossível agir deliberadamente visando lucro maior. Infringir qualquer uma das leis ambientais, poluindo ou degradando o meio ambiente é considerado crime, conforme a Lei 9.605, conhecida por Lei de Crimes Ambientais:

“Quem, de qualquer forma, concorre para a prática dos crimes previstos nesta Lei, incide nas penas a estes cominadas, na medida da sua culpabilidade, bem como o diretor, o administrador, o membro de conselho e de órgão técnico, o auditor, o gerente, o preposto ou mandatário de pessoa jurídica, que, sabendo da conduta criminoso de outrem, deixar de impedir a sua prática, quando podia agir para evitá-la.” (BRASIL, Lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1.998, Art. 2º).

O estabelecimento dos crimes e das sanções penais e administrativas dificultaram os grandes poluidores de continuarem degradando os recursos naturais de maneira predatória e despreocupadamente.

A implantação e atuação legislativa vêm sendo crescentes nos últimos anos quando o assunto é preservação ambiental, assim como a preocupação por parte das indústrias e a

conscientização dos consumidores, entretanto, embora exista uma preocupação universal em se evitar episódios de contaminação ambiental, estes eventos prejudiciais continuam acontecendo, pois, grandes partes dos processos produtivos são intrinsecamente poluentes. (JARDIM; CANELA, 2004).

Contudo, a legislação e o incentivo das empresas em produzir de maneira consciente, adotando o termo sustentabilidade em sua produção, como, por exemplo, os certificados e selos ISO 14001, não impedem que as indústrias continuem sendo as grandes responsáveis pelos impactos ambientais. Estes são definidos pela CONAMA (1986), como qualquer alteração física, química ou biológica do meio ambiente, causada por atividade humana.

O fato das indústrias continuarem como maiores poluidoras se deve não a extração de matéria-prima do meio natural, mas sim, ao efluente gerado em seu processo produtivo. Esse efluente varia de acordo com o tipo de produto com que trabalha a indústria. Em outras palavras, cada indústria elimina nos corpos hídricos um tipo de efluente, com características próprias e singulares a cada tipo de atividade.

2.2 Efluentes

Efluente “[...] pode ser definido como uma combinação de resíduos líquidos ou diluídos em água, removidos de residências, instituições estabelecimentos comerciais e industriais, junto a águas subterrâneas, superficiais ou pluviais” (MATCALF; EDDY, 1991 *apud* NASCIMENTO, 1996).

Trata-se de todo líquido residual final resultante de atividade antrópica quando descartado no meio ambiente. Estes resíduos são classificados conforme sua fonte geradora, podendo ser domésticos, industriais, agrícolas, pluviais urbanos e provenientes de depósitos de resíduos sólidos (JIVAGO, 2014), conforme descrição abaixo:

2.2.1 Domésticos:

São caracterizados por portarem uma grande quantidade de material orgânico, pois são compostos de fezes, resto de comida, etc. Trazem ainda uma carga poluente por virem contendo produtos químicos como os de limpeza;

2.2.2 Industriais:

Sua composição varia de acordo com o ramo da indústria que o libera. Por exemplo, nas indústrias agrícola e alimentícia são ricos em matéria orgânica. Por outro lado, outros ramos da indústria produzem efluentes ricos em diversos compostos químico-tóxicos;

2.2.3 Agrícolas:

Decorrem das atividades agrícolas. Ricos em nitrogênio, fósforo e enxofre, por conta dos adubos e agrotóxicos utilizados em plantações. De duas formas principais, os poluentes agrícolas atingem as águas: penetrando no solo e alcançando o lençol freático e quando levado pelas águas da chuva que lavam os solos contaminados por tais;

2.2.4 Pluviais urbanos:

Possuem mecanismo fácil de ser entendido. A água das chuvas que ocorrem nos centros urbanos, lavando o ambiente das cidades, trazendo consigo os poluentes presentes nestas. Poluentes estes como fuligem, compostos de carbono liberados por carros, dentre outros;

2.2.5 Depósitos de resíduos sólidos:

Os lixões, como são popularmente conhecidos os depósitos urbanos de resíduos sólidos, ou aterros sanitários, produzem um composto concentrado de matéria orgânica e com grande potencial poluente: o chorume.

Em se tratando de efluente industrial, de acordo com a Norma Brasileira, NBR 9800/1987, é o despejo proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo emanações de processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico.

A caracterização de cada um dos tipos de resíduos industriais é necessária para conhecer todas as características deste resíduo antes do mesmo ser lançado no ambiente. Bem como, verificar qual o tratamento adequado a esses resíduos gerados, “além de avaliar o enquadramento na legislação ambiental e estimar a capacidade de auto depuração do corpo receptor, a fim de cumprir com a crescente exigência de prevenção de poluição e contribuir para a diminuição do impacto ambiental negativo” (COSTA *et al.*, 2009).

2.3 Parâmetros de Qualidade do Efluente

Em termos nacionais, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a partir da Resolução 430 de 2011, estabelece que efluentes de qualquer fonte poluidora somente possam ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedçam as condições, padrões e exigências dispostos na resolução e em outras normas aplicáveis. Estabelece ainda que um efluente só possa ser lançado, direta ou indiretamente, desde que não altere a qualidade do corpo receptor.

Costa *et al.* (2009) determina que para definir a qualidade dos efluentes gerados, devem-se obter informações que podem ser mensuradas, com o intuito de comparação com os parâmetros pré-existentes. Ainda segundo o autor, estes parâmetros definem a qualidade do efluente, podendo ser divididos em três grandes categorias: físicos, químicos e biológicos.

Segundo CETESB (2007), os parâmetros de qualidade da água são mais específicos e divididos em 05 cinco grandes grupos: Físicos, Químicos, Microbiológicos, Hidrobiológicos e Eco toxicológicas.

Vale ressaltar que em cada um destes grupos possuem números variáveis de parâmetros que são mensurados de acordo com cada efluente. Pode ocorrer da não utilização de um parâmetro ou outro em efluente específico, pelo simples fato do efluente não gerar o parâmetro em questão.

Na Tabela 1 que se segue, ainda conforme a CETESB (2007), estão enumerados os parâmetros dentro de cada um dos grupos citados acima, bem como o que cada um representa.

Tabela 1: Parâmetros de Qualidade por grupo.FONTE: (CETESB,2007).

GRUPO	PARÂMETROS REFERENTES
Físico	Cor, Sólidos e Sólidos, Temperatura, Transparência e Turbidez.

Químico	Alumínio, Bário, Carbono Orgânico Dissolvido e Absorbância no Ultravioleta, Carbono Orgânico Total, Chumbo, Cloreto, Condutividade, Cromo, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Fenóis, Ferro, Fluoreto, Fósforo Total, Magnésio, Óleos e graxas, Ortofosfato solúvel, Oxigênio dissolvido, pH, Série de Nitrogênio (Kjeldahl, Amoniacal, Nitrato e Nitrito), Sulfato, Sulfactantes entre outros.
Microbiológico	Coliformes termotolerantes.
Hidrotoxicológico	Clorofila A, Fitoplâncton e Zooplâncton.
Eco toxicológico	Microsistinas, Ensaio de Toxicidade Aguda com a bactéria luminescente – V.fischeri (Sistema Microtox), Ensaio de toxicidade crônica com o micro crustáceo Ceriodaphniadbia e Ensaio de Mutação Reversa (teste de Ames).

Podendo “quando da necessidade de estudos específicos de qualidade de água em determinados trechos de rios ou reservatórios, com vistas a diagnósticos mais detalhados, outras variáveis podem vir a ser determinadas [...]” (CETESB, 2007). Cada um dos parâmetros acima citados segue uma metodologia específica para sua análise.

A CETESB (2009) faz uma avaliação individual de cada um dos parâmetros existentes. No caso do estudo em questão, o efluente apresentava quatro características determinantes: alta turbidez e DQO, bem como acidez elevada, ou seja, PH acima do padrão de lançamento.

O primeiro refere-se a um parâmetro físico. A turbidez é o grau de enfraquecimento da intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas e detritos orgânicos. Esta redução dá-se por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca.

O DQO, sigla de Demanda Química de Oxigênio, é um parâmetro químico e refere-se a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica de um determinado efluente por meio de um agente químico. Difere-se da DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), pois esta é a demanda de oxigênio necessário para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana, sem adição de produtos, sendo aplicada em efluentes domésticos. A DQO é um

importante parâmetro, bastante eficiente no controle de sistemas de tratamentos anaeróbios sanitários e, principalmente, industriais.

Outro parâmetro químico, o pH, sigla da grandeza Potencial Hidrogeniônico, indica a acidez, neutralidade e alcalinidade (basicidade) de uma solução.

“A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante podendo, em determinadas condições de pH, contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes. [...] Os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9.” (CETESB, 2012, Apêndice C, pag. 19)

Ainda segundo a CETESB (2012), nos sistemas biológicos formados nos tratamentos de esgotos, o pH é também uma condição que influi decisivamente no processo de tratamento. Normalmente, depende da condição ideal de pH para que haja formação de um ecossistema mais diversificado e um melhor tratamento do efluente.

2.4 Métodos e Operações de Tratamento

Por não existir um padrão de resíduo industrial, cada efluente deve passar por métodos de tratamento adequados antes de sua destinação final. A Resolução Conama 430/11, na seção II, que tange as condições e padrões de lançamento de efluentes, é bastante sucinta no artigo 16, afirmando que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis.

O artigo 18 da mesma resolução complementa a determinação, acrescentando que o efluente não deverá possuir um potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, levando em consideração os critérios de eco toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

Para Freire *et al.* (2000) *apud* Schoenhals (2006) os tratamentos de efluentes industriais envolvem processos necessários à remoção de impurezas geradas na fabricação de produtos de

interesse. Os métodos de tratamento estão diretamente associados ao tipo de efluente gerado, ao controle operacional da indústria e às características da água utilizada.

2.4.1 Métodos de Tratamento

De maneira geral, Von Sperling (2005) descreve que o tratamento de esgotos é usualmente classificado através dos métodos de tratamento abaixo:

- I. Preliminar
- II. Primário
- III. Secundário
- IV. Terciário (apenas eventualmente)

Cada um dos níveis tem por objetivo a remoção de uma determinada impureza. Na Tabela 2, segundo Von Sperling (2005) exemplifica, em cada uma das fases, os itens a serem removidos.

Ainda de acordo com Von Sperling (2005), o tratamento terciário, além de ser complementar às outras fases, é raro em países em desenvolvimento. A remoção de nutrientes e de organismos patogênicos pode ser considerada como integrante do tratamento secundário dependendo do processo adotado.

Tabela 2: Níveis do tratamento de esgotos. FONTE: VON SPERLING, 2005.

NÍVEL	REMOÇÃO
Preliminar	Sólidos em suspensão grosseiros (materiais de maiores dimensões e areia).
Primário	Sólidos em suspensão sedimentáveis; DBO em suspensão (associada à matéria orgânica componente sólidos em suspensão sedimentáveis).
Secundário	DBO em suspensão (quando não haja tratamento primário: DBO associada à matéria orgânica em suspensão, presente no esgoto bruto); DBO em suspensão finamente particulada (caso haja tratamento primário: DBO associada à matéria orgânica em suspensão não sedimentável, não removida no tratamento primário); DBO solúvel (associada à matéria orgânica, na forma de sólidos dissolvidos, presentes, tanto nos esgotos brutos, quanto no efluente do eventual tratamento primário, uma vez que sólidos dissolvidos não são removidos por sedimentação).

Terciário	Nutrientes Organismos patogênicos Compostos não biodegradáveis Metais pesados Sólidos inorgânicos dissolvidos Sólidos em suspensão remanescentes
------------------	---

2.4.2 Operações de Tratamento

Além dos usuais níveis de tratamento, mostrados na tabela acima, é preciso entender em que consiste cada uma delas. De acordo com Metcalf; Eddy (1991) *apud*. Von Sperling (2005), em cada nível são realizadas operações ou processos específicos, sendo operações físicas, químicas, e biológicas.

- **Operações Físicas:** métodos de tratamento no qual predomina a aplicação de forças físicas (ex.: gradeamento, mistura, floculação, sedimentação, flotação, floculação);
- **Processos Químicos:** métodos de tratamento nos quais a conversão ou remoção de contaminantes ocorre pela adição de produtos químicos ou devido a reações químicas (ex.: precipitação, adsorção, desinfecção);
- **Processos Biológicos:** métodos de tratamento nos quais a remoção de contaminantes ocorre por meio de atividade biológica (ex.: remoção de matéria orgânica carbonácea, nitrificação, desnitrificação);

2.5 Coagulação

Coagular significa desestabilizar a partícula coloidal, diminuir as barreiras eletrostáticas entre partículas. Na prática, o que realmente faz diferença na “coagulação, [...] é a dosagem e a condição ótima para a aplicação do coagulante, etapa de grande importância no tratamento, uma vez que as etapas subsequentes dependem dela.” (MIERZWA *et al.* 2005 *apud* BORDONALLI; MENDES, 2009).

“O processo de coagulação/floculação tem por finalidade a remoção de substâncias coloidais, ou seja, material sólido em suspensão (cor) e/ou dissolvido (turbidez)”. (VAZ, 2009).

Cardozo (2007) *apud* Vaz (2009) ressalta que os termos coagulação e floculação são utilizados como sinônimos, uma vez que ambos significam o processo integral de aglomeração das partículas.

“Sendo a coagulação, o processo através do qual o agente coagulante adicionado à água, reduz as forças que tendem a manter separadas as superfícies em suspensão, e a floculação é a aglomeração dessas partículas por meio de transporte de fluido, formando partículas maiores que possam sedimentar.” (VAZ, 2010).

Ainda de acordo com Vaz (2010), a coagulação anula as forças de repulsão entre as partículas coloidais, por meio de mecanismos de ligação e adsorção na superfície da partícula coloidal, pela adição de agentes químicos, denominados de eletrólitos.

Segundo Di Bernado *et al.* (2005)*apud* Vaz (2009), para que o processo de coagulação seja eficiente, este deve ser realizado por meio de agitação intensa (mistura rápida) para que ocorram interações entre o coagulante e a água (efluente).

Para realização deste processo existem diversos coagulantes, orgânicos e inorgânicos. Para escolher o tipo de agente coagulante no processo, um fator bastante relevante é o custo do produto. Geralmente os compostos inorgânicos apresentam preços mais acessíveis e, em contrapartida, os orgânicos apresentam a vantagem de poder ser utilizados em menor quantidade. (FORTINO, 2012).

Ainda segundo Khouniet *al.* (2010) *apud* Fortino (2012), os sais metálicos (de ferro e alumínio) tem sido amplamente utilizados nos sistemas de tratamento de efluentes como agentes coagulantes na remoção de impurezas, incluindo partículas coloidais e substâncias orgânicas dissolvidas.

Vaz (2009) avaliou a utilização de cloreto férrico para coagulação em efluentes de indústrias gerados na galvanoplastia e chegou a uma eficiência de 32.30 % para o parâmetro cor e 94.63% para o parâmetro turbidez, na condição otimizada que ocorreu no tempo de 30 minutos, com 30 ppm de concentração. Ainda de acordo com Vaz (2009, Bresaola Junior *et al.* (2000) e Da Silva *et al.* (2007), obtiveram resultados parecidos quando testaram a eficiência do mesmo produto no tratamento de efluente de galvanoplastia e esgoto sanitário, respectivamente.

3.MATERIAIS E MÉTODOS

Uma empresa do ramo alimentício está situada no sudoeste goiano, mais especificamente no município de Rio Verde. Trata-se de uma filial desta empresa privada multinacional com sede no estado de Minnesota, EUA. Sua atividade consiste na produção e processamento de alimentos, mais especificamente na compra, processamento e distribuição de grãos e outras commodities agrícolas da fabricação e venda de ração animal, ingredientes para alimentos processados, produtos farmacêuticos e bens de consumo e produção de alimentos.

Na filial rio-verdense, é utilizado um sistema de lagoas, dotado de tratamento primário e secundário, bem como tratamento do lodo. Todo o efluente gerado na refinaria é direcionado para dois tanques de Equalização. Uma bomba centrífuga retira o resíduo do tanque e envia para um floculador, neste estágio é adicionado um coagulante e depois um polímero, para adensar e formar o lodo. Em seguida, o efluente segue para o flotador onde é realizada a injeção de oxigênio no efluente, através micro bolhas, afim de acelerar a precipitação do lodo que por sua vez, é retirado com um raspador movido por motor elétrico. Finalmente, apenas o resíduo líquido é direcionado para o tratamento por lagoas de estabilização, sendo o tratamento primário descrito como lagoas anaeróbicas, ou seja, o processo inicial é com microorganismos que trabalham na ausência de oxigênio. Posteriormente, esse mesmo rejeito líquido por gravidade é transferido para mais duas sequências de lagoas, sendo estas aeróbicas, que realizam a tratamento do efluente através de microorganismos dependentes de oxigênio, ou seja, por aeração. Finalizando o tratamento o efluente líquido ainda passa por uma próxima lagoa, conhecida como lagoa de sedimentação e/ou polimento do efluente tratado.

Mesmo com esse tratamento preliminar do efluente bruto até ser considerado tratado, ou seja, em condições de disposição, o efluente final ainda apresentava valores fora do padrão para os parâmetros: Temperatura e DQO e pH, conforme estabelece as Resoluções do CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE em suas resolução 430/2011, aplicável para tratamento e lançamento do efluente.

Tabela 3: Condições de tratamento e lançamento de efluentes.

CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTE (CONAMA 430)	
pH	entre 5 a 9
DQO	Não Aplicável
TEMPERATURA	Inferior a 40 °C
SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS	Até 1 ml/L em teste de 1 hora cone <i>Inmhoff</i>

Para tanto, este projeto se apresentou com grande relevância, na intenção de aumentar a eficiência de tratamento do efluente a ser disposto no curso hídrico.

Abaixo se apresenta a metodologia, os equipamentos e materiais utilizados no desenvolvimento dessa pesquisa.

A água residuária utilizada nos ensaios foi coletada na entrada da estação de tratamento de efluentes, no ponto de saída dos tanques de equalização, a coleta da amostra foi realizada na saída dos tanques de equalização no ponto 01, como mostra a figura do esquema de fluxo do tratamento de água. Sendo que, a amostra foi coletada em recipiente plástico de 10 L e homogeneizada com uma espátula de aço inoxidável, posteriormente foi transferida e separada uma amostra de 1000 mL em dois Beckers distintos.

Estas mesmas amostras, após as coletas foram caracterizadas através de ensaios físico-químicos no laboratório de controle de qualidade interno da empresa Cargill. Após caracterização a mesma foi homogeneizada, devidamente fracionada e realizado os testes de coagulação/ floculação/ sedimentação à temperatura ambiente (25 – 28 °C). Justamente para avaliar a eficiência do coagulante a ser testado: Cloreto Férrico $FeCl_3$, PLC-8034 ORGANIC Universal Química.

O Cloreto Férrico comercial é uma solução acastanhada, completamente solúvel em água (a 20°C) e insolúvel em solventes orgânicos. É um coagulante à base de produtos orgânicos, que tem sua eficiência com efluentes com ph entre 2 e 5,5 de acordo com o fabricante. O produto mantém-se estável por aproximadamente um ano.

Tabela 4: Caracterização inicial do Efluente Bruto.

PARÂMETROS	RESULTADOS
pH	4,5
DQO (mg/L)	2860,0
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	3,0
T (°C)	27,8

Para a preparação da solução de Cloreto Férrico - FeCl_3 foi adicionado 50 mL de cloreto férrico e completado o volume de 1.000mL com água deionizada, homogeneizado em becker de 2 litros.

3.1 Procedimento de Montagem dos Ensaios e Testes

A temperatura da água foi mantida na faixa de $28,0 \pm 2,0$ °C, em todos os ensaios, uma vez que a temperatura influi significativamente nas condições da amostra. Além disso, não foi necessário ajustar o pH da água pois apresentava-se em níveis ideais de acidez, recomendável pelo fabricante, que é aproximadamente de 1,0 a 5,5.

O levantamento dos dados para a construção dos resultados e comparações foram obtidos por meio de uma série de ensaios realizados em bancada, com dosagem em berckers.

Em cada par de beckers, as quais continham 1000 mL de água bruta da estação de tratamento, foram aplicadas, separadamente, soluções coagulantes de cloreto férrico em 1 mL; 2 mL; 3 mL; 4 mL; 5 mL e 6 mL respectivamente e comparados seus devidos efeitos nas diferentes concentrações.

A primeira dosagem foi de 1 mL de cloreto férrico em 1000 mL de água bruta de efluente, foi dosado com uma pipeta graduada em Becker, com auxílio de um misturador magnético com hastes revestidas em teflon e rotação de 20 rpm, e tempo de 1 minuto e 45 segundos, (levando em consideração o tempo de residência do flocculador, onde o cloreto férrico é misturado com o efluente bruto), em seguida o efluente passa por um processo de decantação por 60 minutos, após a tempo determinado foi coletado uma amostra da parte superior com uma pipeta para não levantar os materiais depositados no fundo do becker, então assim efetuado todas as análises citadas neste ensaio.

3.2 Ensaio e Testes

Após a coleta do efluente foi efetuado análises laboratoriais conforme métodos descritos em análises laboratoriais.

Na seqüência foi efetuado um cronograma de ensaios com as seguintes dosagens de 2mL, 3 mL, 4 mL, 5 mL e 6 mL de Cloreto Férrico - FeCl_3 , seguindo a mesma metodologia do primeiro ensaio como mostra a tabela 5.

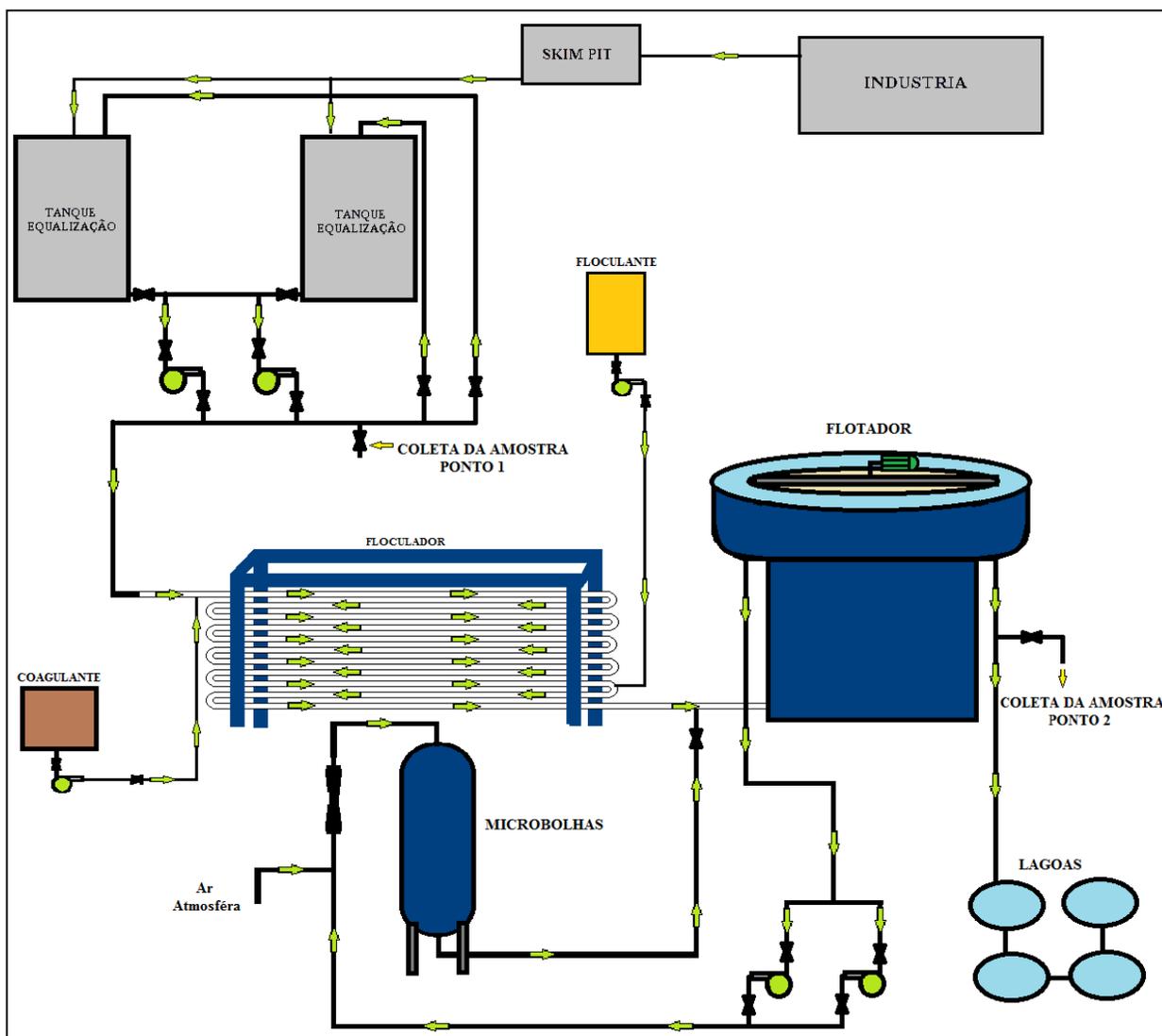


Figura 1: Fluxograma do processo de tratamento, destacando os pontos de coletas de amostras.

Tabela 5: Cronograma dos ensaios para quantificar a dosagem do Cloreto Férrico no tratamento de efluente.

AMOSTRA	QUANTIDADE (mL)	ROTAÇÃO (rpm)	TEMPO DE DECANTAÇÃO (Minutos)	DOSAGEM DO FeCl ₃ (ml)	DOSAGEM DO FeCl ₃ (ppm)
EFLUENTE BRUTO	10000	0	0	0	0
1° DOSAGEM	1000	20	1,75	1	50
2° DOSAGEM	1000	20	1,75	2	100
3° DOSAGEM	1000	20	1,75	3	150
4° DOSAGEM	1000	20	1,75	4	200
5° DOSAGEM	1000	20	1,75	5	250
6° DOSAGEM	1000	20	1,75	6	300

3.3 Análises Laboratoriais

Após as devidas dosagens, os parâmetros analisados para avaliação das amostras foram: T(°C), DQO, SS (Sólidos Sedimentáveis), o pH foi ajustado de acordo com a recomendação do fabricante de acordo com metodologia descrita a seguir:

3.3.1 pH

O pH foi determinado por meio de pH metro Tecnopon – modelo -210, calibrado com as soluções indicadas pelo fornecedor, conforme metodologia descrita no manual do aparelho.

3.3.2 Demanda Química de Oxigênio

A determinação da DQO foi realizada segundo a metodologia (APHA, 1998) de determinação indireta de matéria orgânica, por meio de oxidação por dicromato de potássio, em que foi oxidada apenas matéria orgânica carbonada. A leitura dos resultados foi realizada em (espectrofotômetro HACH DR 800).

Para tanto, a concentração de DQO foi calculada a partir de curva de calibração feita utilizando-se KHP – hidrogenoftalato de potássio (C₈H₅O₄K) como padrão. Através da equação da oxidação do KHP deduz-se que 1 mg/L de KHP exerce uma DQO teórica de 1,176 mgO₂/L. Essa relação é então usada para preparação de diferentes soluções de padrão de DQO conhecida.

3.3.3 Sólidos Sedimentáveis

Os sólidos sedimentáveis foram determinados pelo método gravimétrico, de acordo com os procedimentos recomendados no Standard Methods (APHA, 1995).

Após a coleta da amostra:

1. Transferir a amostra homogeneizada para o cone de Imhoff até a marca de 1000 mL.
2. Deixar decantar por 45 minutos;
3. Com um bastão, deslocar delicadamente as partículas aderidas à parede do cone através de movimentos circulares;
4. Deixar decantar por mais 15 minutos;
5. Fazer a leitura do volume de material sedimentado, em mililitros.

3.3.4 Temperatura

A temperatura foi determinada por meio de Termômetro Digital tipo Espeto Inconterm – modelo á prova d'água -, conforme metodologia descrita no manual do aparelho.

3.3.5 Acompanhamento de Análises

Após os ensaios para quantificar a dosagem do produto Cloreto Férrico FeCl_3 (PLC-8034 ORGANIC Universal Química) foi realizada uma avaliação da aplicação e operação do produto no efluente no período de 12 dias seguidos, com coleta de amostra duas vezes ao dia, sendo a primeira às 08:00 h da manhã e a segunda às 15:00 h da tarde. Considerando como pontos de amostragem, pontos antes da aplicação do coagulante, caracterizado como efluente bruto (sem tratamento prévio), como mostra a Figura (1). Após a coleta da amostra foi realizado os testes com as dosagens de 1 mL; 2 mL; 3 mL; 4 mL; 5 mL e 6 mL do Cloreto Férrico FeCl_3 (PLC-8034 ORGANIC Universal Química). Depois do tempo de decantação, o sobrenadante era retirado para realização das análises de sólidos sedimentáveis e demanda química de oxigênio, mantendo o pH e temperatura constantes

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficiência do processo foi avaliada em termos de remoção de Sólidos Sedimentáveis (SS), Temperatura e principalmente DQO (Demanda Química de Oxigênio), mantendo o pH entre os valores recomendados (1,0 a 5,5), conforme orientação dada pelo fabricante do produto.

Foi efetuado dosagens de 1 mL, 2 mL, 3 mL, 4 mL, 5 mL e 6 mL de FeCl_3 (PLC-8034 ORGANIC Universal Química), nos períodos entre 27/04/2015 à 08/05/2015, compreendendo 12 dias de experimentos, onde para cada mL do Cloreto Férrico FeCl_3 , mantendo constante a rotação do sistema de 20 RPM, 1 minuto e 45 segundos de agitação e 60 minutos de decantação, obteve-se os resultados de DQO e SS para as devidas dosagens disponível no ANEXO I.

De acordo com as tabelas de dosagens mostradas em anexo, chegou-se a uma relação de médias dos parâmetros de DQO e SS antes e depois da dosagem do FeCl_3 , juntamente com a análise de comportamento da temperatura do sistema, como mostra a Tabela 6 a seguir.

Tabela 6: Resultado das médias dos ensaios para quantificar a dosagem do Cloreto Férrico no tratamento de efluente. Onde SS=sólidos sedimentáveis.

TABELAS DE MÉDIAS						
DOSAGENS	DQO ANTES	T (°C) ANTES	SS ANTES	DQO DEPOIS	T(°C) DEPOIS	SS DEPOIS
1mL	2413,8	28,0	3,0	2224,2	28	2,9
2mL	2413,8	28,0	3,0	1724,4	28	2,7
3mL	2413,8	28,0	3,0	1222,1	28	1,7
4mL	2413,8	28,0	3,0	780,2	28	0,9
5mL	2413,8	28,0	3,0	383,5	28	0,0
6mL	2413,8	28,0	3,0	390,3	28	0,1

Analisando a Tabela 6 é possível perceber que até uma dosagem de 5mL de FeCl_3 , houve uma queda dos parâmetros de DQO e SS a medida que se aumentava a quantidade do coagulante. Porém, quando utilizado uma dosagem de 6 mL de FeCl_3 , não obteve uma melhora significativa quando comparado a uma dosagem de 5 mL, onde houve a não necessidade de testes com dosagens maiores que 6 mL.

Em se tratando de eficiência, ou seja, porcentagem de redução de DQO e SS, a Tabela 7 e a Figura 2, demonstram o comportamento dos parâmetros em questão.

Tabela 7: Redução de DQO (Demanda química de oxigênio) e SS (Sólidos Sedimentáveis) em %.

Redução de DQO %						
DOSAGEM	1mL	2mL	3mL	4mL	5mL	6mL
DQO	7,9	28,6	49,4	67,7	84,1	83,8
SS	3,2	11,1	45,2	70,8	99,6	97,1

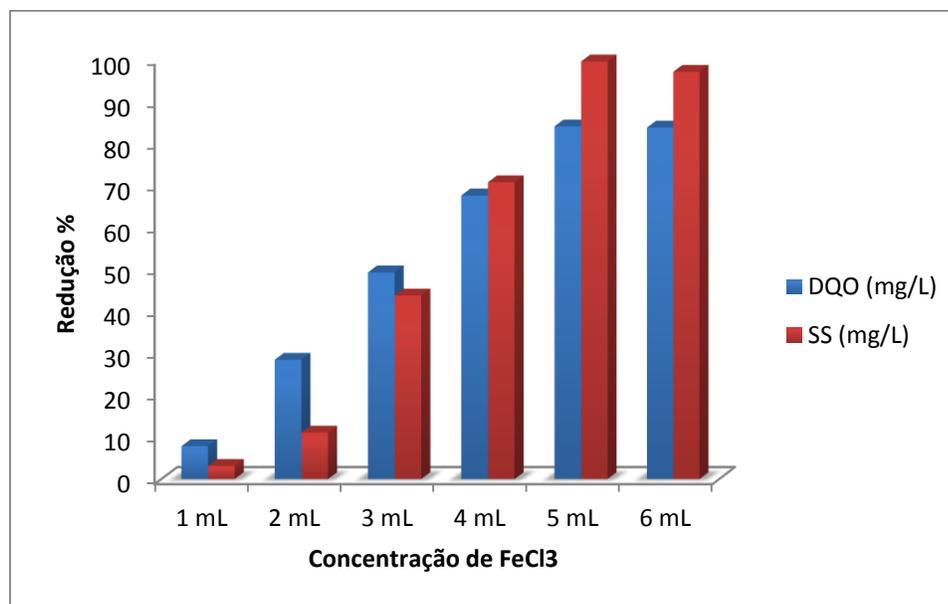


Figura 2: Gráfico de redução de DQO (Demanda Química de oxigênio) e SS (Sólidos Sedimentáveis) em %.

Analisando os dados de redução de DQO obtidos, para uma dosagem 5 mL de FeCl₃ há uma significativa queda na concentração de DQO, onde obteve-se uma média de 383,5mg/L, em comparação com a entrada que tem uma média de 2413,8 mg/L, ou seja, uma redução de cerca de 84%.

Para valores de sólidos sedimentáveis próximos a zero, obtendo uma redução de 99,6%, o que demonstra que após os testes nas diferentes concentrações de produto, pode-se perceber que a dosagem considerada próximo do ideal é de 5 mL do FeCl₃.

Após o monitoramento desses 12 dias, conforme representa a Tabela 6, após a adição do produto, o valor médio da concentração de sólidos sedimentáveis ficou próximos de 0,0 mg/L, ou seja este valor representa as partículas em suspensão sedimentadas por ação da gravidade. Fato

que colaborou para um aumento na qualidade deste efluente, já que, ao eliminar a maior parte dos sólidos sedimentáveis em um tratamento, o efluente normalmente também diminuirá a quantidade de sólidos suspensos no sistema. Pois, quanto maior a carga poluente mais susceptível de ser transportada e lançada fora da exigência da legislação.

Cumpramos ressaltar que como já era esperado, com a dosagem do produto a base cloreto férrico no sistema de tratamento o devido monitoramento não apresentou nenhuma alteração nos parâmetros de pH e temperatura de entrada e saída do sistema. O pH continuou com característica ácida.

Os valores de remoção de DQO e SS foram considerados significativos, porém para uma melhor qualidade do efluente final, o mesmo deve passar por um sistema de tratamento posterior ao de coagulação/flotação, para redução da DQO restante. No sistema de tratamento de efluente da indústria em questão, o efluente pós flotação, ainda passa por um sistema de lagoas de polimento para garantia dos parâmetros exigidos pela legislação. Vale ressaltar que o valor de 5 mL de dosagem de FeCl_3 (PLC-8034 ORGANIC Universal Química), ainda precisa passar por outros testes para busca da dosagem ideal, como variação do pH, rotação do sistema, tempo de agitação e/ou decantação.

5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no teste evidenciaram uma melhora significativa dos parâmetros analisados, após a introdução do produto a base de cloreto férrico (FeCl_3). O referido tratamento mostrou-se eficiente, beneficiando significativamente a coagulação do efluente bruto, com posterior diminuição significativa da crosta flutuante conseqüência de assoreamento que ocasionalmente estavam presentes nas lagoas antes do tratamento.

Concluiu-se então que após a análise de todos os parâmetros, principalmente em relação ao DQO e Sólidos Sedimentáveis apresentados após tratamento, com dosagem de 5 mL de Cloreto Férrico FeCl_3 , PLC-8034 ORGANIC Universal Química, alterou o desempenho do sistema de tratamento para a remoção destes parâmetros.

Ao final do estudo obteve-se uma porcentagem de remoção de sólidos sedimentáveis e DQO, respectivamente, de 99,6% e 84,1%, ficando evidenciada uma eficiência relevante do produto experimentado, para um sistema de tratamento de efluente alimentício.

Porém, é importante destacar que este tipo de estudo principalmente para indústrias alimentícia se apresenta incipiente, sendo necessário maior enfoque, podendo variar outros parâmetros como pH, tempo de agitação e decantação, para saber se a dosagem de 5 mL do cloreto Férrico FeCl_3 (PLC-8034 ORGANIC Universal Química), é realmente a dosagem ideal para o processo de tratamento de efluente de uma empresa alimentícia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination for water and wastewater. 19th ed., Washington, D.C. ,1995

BRASIL. **Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965.** Institui o Código Florestal Brasileiro. Brasília, 15 de setembro de 1965; 144º da Independência e 77º da República.

BRASIL. **Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, 12 de fevereiro de 1998; 177º da Independência e 110º da República.

BORDONALLI, A. C. O; MENDES, C. G. da N. **Reúso de água em indústria de reciclagem de plástico tipo PEAD.** Engenharia Sanitária e Ambiental, vol.14 no.2. Rio de Janeiro, Apr./June 2009.

CASALI, D. J. **Tratamento do efluente de uma recicladora de plástico utilizando o coagulante não metálico e compostagem.** Universidade Federal de Santa Maria. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Processos. Dissertação de Mestrado. Santa Maria, RS, 2011.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Variáveis de Qualidade das águas e dos sedimentos.** Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo, Anexo II. Série de relatórios, 2007. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 20 outubro 2014.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem.** Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo, Apêndice A. Série de relatórios, 2009. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 20 outubro 2014.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade.** Relatório de Qualidade das Águas Superficiais, Apêndice C, 2012.

Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: 20 outubro 2014.

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1.986.** Para efetivo exercício das responsabilidades que lhe são atribuídas pelo artigo 18 do mesmo decreto, e considerando as necessidades de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para o uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos Instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Publicado no Diário Oficial da União de 17 de fevereiro de 86.

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução 430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as 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. Publicação no Diário Oficial da União nº 92, de 16/05/2011, pág. 89.

COSTA, A. P.J.da; SILVA, André Luis da; MARTINS, Reinaldo dos Santos. **Um estudo sobre as estações de tratamento de efluentes industriais e sanitários da empresa Dori Alimentos Ltda.** Regrad, Marília-SP, v. 1, ano 2, 2009, pg. 6-22.

DANIEL, L. A. **Redução de efluentes líquidos industriais: medida de prevenção a poluição.** Escola de Engenharia de São Carlos (EESC). Universidade de São Paulo (USP). São Carlos, SP, 1998.

DIAS, R. **Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade.** São Paulo: Atlas, 2006.

FORTINO, P. **Pós-tratamento de efluente têxtil usando coagulação/floculação combinado com processos de separação por membranas.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

GIORDANO, G. **Tratamento e Controle de efluentes industriais.** Mato Grosso: Apostila da ABES, 2004. 81p.

JARDIM, W.F.; CANELA, M.C. **Fundamentos da oxidação química no tratamento de efluentes e remediação de solos**. Caderno temático – volume 1, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

JIVAGO, D. **Efluentes**. INFOESCOLA. [Internet]. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/ecologia/efluentes/>>. Acesso em: 20 outubro 2014.

KUNS, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; MORAES, S. G. de; DURÁN, N. **Novas Tendências no Tratamento de Efluentes Têxteis**. Química Nova, Vol. 25, No. 1, 78-82, 2002.

LEAL, G. C. S. de G.; FARIAS, M. S. S. de; ARAÚJO, A. de F. **O processo de industrialização e seus impactos no meio ambiente urbano**. QUALIT@S Revista Eletrônica. ISSN 1677-4280 V7.n.1. Ano 2008

NASCIMENTO, R. A. **Desempenho de reator anaeróbico de manta de lodo utilizando efluente líquidos de indústria alimentícia**. Fevereiro/1996. 117 páginas. Dissertação de Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas - São Paulo, 1996.

OLIVEIRA, C. A. A. de; DANIEL, L. A. **Redução de efluentes líquidos industriais: Medidas de prevenção à poluição**. Associação Peruana de Engenharia Sanitária e Ambiental - AIDIS. Gestão Ambiental no século XXI. Lima, APIS, 1998. p.1-14. Apresentado em: Congresso interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 26 (AIDIS 98), Lima, 1-5 nov. 1998.

PALMEIRA, V. A. A. *et al.* **Tratamento de efluentes da indústria do coco utilizando os processos de coagulação e flotação por ar induzido**. VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, 27 a 30 de julho de 2009. Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

SCHOENHALS, M. **Avaliação da eficiência do processo de flotação aplicado ao tratamento primário de efluentes de abatedouro avícola**. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de pós-graduação em Engenharia Química.

TONI, J. C. V.; IMAMURA, K. B.; LIMA, T. H. de S. **Caracterização física e química dos efluentes líquidos gerados na indústria alimentícia da região de Marília, SP.** Revista Analytica, Fevereiro/Março 2014, nº 69.

VAZ, L. G. de L. **Performance do processo de Coagulação/floculação no tratamento do efluente líquido gerado na Galvanoplastia.** Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Toledo, PR. Dezembro, 2009.

VAZ, L. G. de L. *et al.* **Avaliação da eficiência de diferentes agentes coagulantes na remoção de cor e turbidez em efluente de galvanoplastia.** Eclét. Quím. vol.35 no.4 São Paulo 2010.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3ª edição. Belo Horizonte - MG. Editora Segrac, 2005. 452 p. Volume I.

ANEXO I

Foi efetuado dosagens de 1 mL, 2 mL, 3 mL, 4 mL, 5 mL e 6 mL de Cloreto Férrico FeCl₃ (PLC-8034 ORGANIC, Universal Química), no período entre 27/04/2015 à 08/05/2015 compreendendo à 12 dias, foi dosado com uma pipeta graduada em Becker, com auxílio de um misturador magnético com hastes revestidas em teflon e rotação de 20 rpm, e tempo de 1 minuto e 45 segundos, (levando em consideração o tempo de residência do floculador, onde o cloreto férrico é misturado com o efluente bruto), em seguida o efluente passa por um processo de decantação por 60 minutos, após a tempo determinado foi coletado uma amostra da parte superior, retirando apenas o sobrenadante para realizar as análises que apresentarão os resultados de DQO (Demanda Química de Oxigênio), T (°C) E SS (Sólidos Sedimentáveis) , como mostra as tabelas a seguir.

Tabela 8: Resultados de DQO, Temperatura e Sólidos Sedimentáveis para dosagem de 1mL de FeCl₃.

Data	Amostras	Horário	ANTES			1mL de FeCl ₃		
			DQO (mg/L)	T (°C)	SS (mg/L)	DQO (mg/L)	T (°C)	SS (mg/L)
27/04/2015	1° Amostra	08:00	2770	28,4	2,9	2580	28,4	2,8
	2° Amostra	15:00	2770	28,2	3,2	2560	28,2	3,0
28/04/2015	1° Amostra	08:00	2650	28,6	2,8	2490	28,6	2,7
	2° Amostra	15:00	2815	28,0	3,0	2605	28,0	2,9
29/04/2015	1° Amostra	08:00	2930	29,1	2,7	2690	29,1	2,7
	2° Amostra	15:00	2675	27,3	2,9	2470	27,3	2,8
30/04/2015	1° Amostra	08:00	2450	26,5	2,8	2220	26,5	2,8
	2° Amostra	15:00	2537	27,7	3,4	2360	27,7	3,3
01/05/2015	1° Amostra	08:00	2238	28,2	3,2	2100	28,2	3,0
	2° Amostra	15:00	2320	29,0	3,2	2170	29,0	3,1
02/05/2015	1° Amostra	08:00	2586	27,9	3,2	2325	27,9	3,2
	2° Amostra	15:00	2616	28,3	2,9	2470	28,3	2,8
03/05/2015	1° Amostra	08:00	1820	26,0	3,2	1660	26,0	3,1
	2° Amostra	15:00	2020	29,2	3,2	1800	29,2	3,1
04/05/2015	1° Amostra	08:00	2200	27,3	3,0	1970	27,3	2,9
	2° Amostra	15:00	2160	28,5	2,9	1950	28,5	2,9
05/05/2015	1° Amostra	08:00	1430	27,9	3,0	1190	27,9	2,9
	2° Amostra	15:00	1620	28,4	2,8	1430	28,4	2,7
06/05/2015	1° Amostra	08:00	2125	29,3	3,0	2010	29,3	3,0
	2° Amostra	15:00	2250	26,8	3,2	2180	26,8	3,1
07/05/2015	1° Amostra	08:00	2600	27,4	3,3	2405	27,4	3,0
	2° Amostra	15:00	2830	28,1	3,1	2660	28,1	2,9
08/05/2015	1° Amostra	08:00	2760	28,3	3,0	2515	28,3	3,0
	2° Amostra	15:00	2760	28,0	2,9	2570	28,0	2,8
Médias			2413,8	28,0	3,0	2224,2	28,0	2,9

De acordo com a Tabela 8, pode se observar que as análises efetuadas utilizando a quantidade de 1 mL de Cloreto Férrico FeCl_3 (PLC-8034 ORGANIC, Universal Química), não teve resultados significativos para DQO e Sólidos Sedimentáveis, e não teve alteração para $T(^{\circ}\text{C})$.

Tabela 9: Resultados de DQO, Temperatura e Sólidos Sedimentáveis para dosagem de 2mL de FeCl_3 .

Data	Amostras	Horário	ANTES			2mL de FeCl_3		
			DQO (mg/L)	T ($^{\circ}\text{C}$)	SS (mg/L)	DQO (mg/L)	T ($^{\circ}\text{C}$)	SS (mg/L)
27/04/2015	1° Amostra	08:00	2770	28,4	2,9	2100	28,4	2,6
	2° Amostra	15:00	2770	28,2	3,2	2050	28,2	2,7
28/04/2015	1° Amostra	08:00	2650	28,6	2,8	1980	28,6	2,5
	2° Amostra	15:00	2815	28,0	3,0	2105	28,0	2,8
29/04/2015	1° Amostra	08:00	2930	29,1	2,7	2220	29,1	2,6
	2° Amostra	15:00	2675	27,3	2,9	1960	27,3	2,5
30/04/2015	1° Amostra	08:00	2450	26,5	2,8	1720	26,5	2,6
	2° Amostra	15:00	2537	27,7	3,4	1800	27,7	3,0
01/05/2015	1° Amostra	08:00	2238	28,2	3,2	1690	28,2	2,7
	2° Amostra	15:00	2320	29,0	3,2	1710	29,0	2,8
02/05/2015	1° Amostra	08:00	2586	27,9	3,2	1880	27,9	3,0
	2° Amostra	15:00	2616	28,3	2,9	1930	28,3	2,6
03/05/2015	1° Amostra	08:00	1820	26,0	3,2	1170	26,0	2,8
	2° Amostra	15:00	2020	29,2	3,2	1325	29,2	2,9
04/05/2015	1° Amostra	08:00	2200	27,3	3,0	1680	27,3	2,6
	2° Amostra	15:00	2160	28,5	2,9	1715	28,5	2,6
05/05/2015	1° Amostra	08:00	1430	27,9	3,0	1015	27,9	2,6
	2° Amostra	15:00	1620	28,4	2,8	1040	28,4	2,5
06/05/2015	1° Amostra	08:00	2125	29,3	3,0	1680	29,3	2,7
	2° Amostra	15:00	2250	26,8	3,2	1760	26,8	2,9
07/05/2015	1° Amostra	08:00	2600	27,4	3,3	1910	27,4	2,7
	2° Amostra	15:00	2830	28,1	3,1	1045	28,1	2,6
08/05/2015	1° Amostra	08:00	2760	28,3	3,0	1920	28,3	2,8
	2° Amostra	15:00	2760	28,0	2,9	1980	28,0	2,6
Médias			2413,8	28,0	3,0	1724,4	28,0	2,7

De acordo com a Tabela 9, com a dosagem de 2 mL de Cloreto Férrico FeCl_3 (PLC-8034 ORGANIC; Universal Química), nota se que teve indicações de melhora para DQO e Sólidos Sedimentáveis, porém não obteve o resultado esperado para tratamento do efluente, nota se que os parâmetros de $T(^{\circ}\text{C})$ não sofreu modificações relevantes.

Tabela 10: Resultados de DQO, Temperatura e Sólidos Sedimentáveis para dosagem de 3 mL de FeCl₃.

Data	Amostras	Horário	ANTES			3mL de FeCl ₃		
			DQO (mg/L)	T (°C)	SS (mg/L)	DQO (mg/L)	T (°C)	SS (mg/L)
27/04/2015	1° Amostra	08:00	2770	28,4	2,9	1620	28,4	1,7
	2° Amostra	15:00	2770	28,2	3,2	1415	28,2	1,8
28/04/2015	1° Amostra	08:00	2650	28,6	2,8	1260	28,6	1,4
	2° Amostra	15:00	2815	28,0	3,0	1570	28,0	1,7
29/04/2015	1° Amostra	08:00	2930	29,1	2,7	1650	29,1	1,5
	2° Amostra	15:00	2675	27,3	2,9	1420	27,3	1,6
30/04/2015	1° Amostra	08:00	2450	26,5	2,8	1160	26,5	1,4
	2° Amostra	15:00	2537	27,7	3,4	1240	27,7	1,9
01/05/2015	1° Amostra	08:00	2238	28,2	3,2	1075	28,2	1,6
	2° Amostra	15:00	2320	29,0	3,2	1215	29,0	1,9
02/05/2015	1° Amostra	08:00	2586	27,9	3,2	1325	27,9	2,1
	2° Amostra	15:00	2616	28,3	2,9	1400	28,3	1,5
03/05/2015	1° Amostra	08:00	1820	26,0	3,2	785	26,0	1,9
	2° Amostra	15:00	2020	29,2	3,2	920	29,2	2,0
04/05/2015	1° Amostra	08:00	2200	27,3	3,0	1030	27,3	1,4
	2° Amostra	15:00	2160	28,5	2,9	1150	28,5	1,7
05/05/2015	1° Amostra	08:00	1430	27,9	3,0	920	27,9	1,6
	2° Amostra	15:00	1620	28,4	2,8	890	28,4	1,4
06/05/2015	1° Amostra	08:00	2125	29,3	3,0	1100	29,3	1,6
	2° Amostra	15:00	2250	26,8	3,2	1220	26,8	2,0
07/05/2015	1° Amostra	08:00	2600	27,4	3,3	1415	27,4	0,9
	2° Amostra	15:00	2830	28,1	3,1	820	28,1	1,7
08/05/2015	1° Amostra	08:00	2760	28,3	3,0	1380	28,3	1,8
	2° Amostra	15:00	2760	28,0	2,4	1350	28,0	1,7
Médias			2413,8	28,0	3,0	1222,1	28,0	1,7

Como mostra a Tabela 10, com a dosagem de 3 mL de Cloreto Férrico FeCl₃ (PLC-8034 ORGANIC; Universal Química) tem uma melhora nos resultados de DQO e Sólidos Sedimentáveis, mesmo assim ainda não pode ser considerado que esta dosagem seja a dosagem ótima para o tratamento, pois de acordo com a CONAMA 430/2011 precisa obter no máximo 1,0 mg/L de SS. Da mesma forma que os ensaios anteriores a T (°C) não sofreu alteração.

Tabela 11: Resultados de DQO, Temperatura e Sólidos Sedimentáveis para dosagem de 4 mL de FeCl₃.

Data	Amostras	Horário	ANTES			4mL de FeCl ₃		
			DQO (mg/L)	T (°C)	SS (mg/L)	DQO (mg/L)	T (°C)	SS (mg/L)
27/04/2015	1° Amostra	08:00	2770	28,4	2,9	920	28,4	0,9
	2° Amostra	15:00	2770	28,2	3,2	810	28,2	1,0
28/04/2015	1° Amostra	08:00	2650	28,6	2,8	780	28,6	0,7
	2° Amostra	15:00	2815	28,0	3,0	900	28,0	1,0
29/04/2015	1° Amostra	08:00	2930	29,1	2,7	950	29,1	0,9
	2° Amostra	15:00	2675	27,3	2,9	845	27,3	0,9
30/04/2015	1° Amostra	08:00	2450	26,5	2,8	780	26,5	0,8
	2° Amostra	15:00	2537	27,7	3,4	835	27,7	1,0
01/05/2015	1° Amostra	08:00	2238	28,2	3,2	775	28,2	0,7
	2° Amostra	15:00	2320	29,0	3,2	790	29,0	1,0
02/05/2015	1° Amostra	08:00	2586	27,9	3,2	840	27,9	1,0
	2° Amostra	15:00	2616	28,3	2,9	905	28,3	0,8
03/05/2015	1° Amostra	08:00	1820	26,0	3,2	490	26,0	1,0
	2° Amostra	15:00	2020	29,2	3,2	920	29,2	1,0
04/05/2015	1° Amostra	08:00	2200	27,3	3,0	710	27,3	0,7
	2° Amostra	15:00	2160	28,5	2,9	780	28,5	0,8
05/05/2015	1° Amostra	08:00	1430	27,9	3,0	590	27,9	0,9
	2° Amostra	15:00	1620	28,4	2,8	495	28,4	0,7
06/05/2015	1° Amostra	08:00	2125	29,3	3,0	690	29,3	0,9
	2° Amostra	15:00	2250	26,8	3,2	795	26,8	1,0
07/05/2015	1° Amostra	08:00	2600	27,4	3,3	870	27,4	0,9
	2° Amostra	15:00	2830	28,1	3,1	660	28,1	0,7
08/05/2015	1° Amostra	08:00	2760	28,3	3,0	795	28,3	1,0
	2° Amostra	15:00	2760	28,0	2,4	800	28,0	0,8
Médias			2413,8	28,0	3,0	780,2	28,0	0,9

De acordo com a Tabela 11, os resultados encontrados com a dosagem de 4 mL de Cloreto Férrico FeCl₃ (PLC-8034 ORGANIC, Universal Química), obteve-se resultados consideravelmente, e aceitáveis de acordo com a CONAMA 430/2011, porém ainda não pode se considerado uma dosagem ótima para o produto testado, o parâmetro de T(°C) não sofreram alterações.

Tabela 12: Resultados de DQO, Temperatura e Sólidos Sedimentáveis para dosagem de 5 mL de FeCl₃.

Data	Amostras	Horário	ANTES			5mL FeCl ₃		
			DQO (mg/L)	T (°C)	SS (mg/L)	DQO (mg/L)	T (°C)	SS (mg/L)
27/04/2015	1° Amostra	08:00	2770	28,4	2,9	470	28,4	0,2
	2° Amostra	15:00	2770	28,2	3,2	485	28,2	0,0
28/04/2015	1° Amostra	08:00	2650	28,6	2,8	415	28,6	0,0
	2° Amostra	15:00	2815	28,0	3,0	523	28,0	0,0
29/04/2015	1° Amostra	08:00	2930	29,1	2,7	500	29,1	0,0
	2° Amostra	15:00	2675	27,3	2,9	470	27,3	0,0
30/04/2015	1° Amostra	08:00	2450	26,5	2,8	390	26,5	0,0
	2° Amostra	15:00	2537	27,7	3,4	395	27,7	0,0
01/05/2015	1° Amostra	08:00	2238	28,2	3,2	320	28,2	0,0
	2° Amostra	15:00	2320	29,0	3,2	350	29,0	0,0
02/05/2015	1° Amostra	08:00	2586	27,9	3,2	400	27,9	0,0
	2° Amostra	15:00	2616	28,3	2,9	430	28,3	0,0
03/05/2015	1° Amostra	08:00	1820	26,0	3,2	495	26,0	0,0
	2° Amostra	15:00	2020	29,2	3,2	290	29,2	0,0
04/05/2015	1° Amostra	08:00	2200	27,3	3,0	300	27,3	0,0
	2° Amostra	15:00	2160	28,5	2,9	285	28,5	0,0
05/05/2015	1° Amostra	08:00	1430	27,9	3,0	250	27,9	0,0
	2° Amostra	15:00	1620	28,4	2,8	280	28,4	0,0
06/05/2015	1° Amostra	08:00	2125	29,3	3,0	300	29,3	0,0
	2° Amostra	15:00	2250	26,8	3,2	290	26,8	0,0
07/05/2015	1° Amostra	08:00	2600	27,4	3,3	340	27,4	0,0
	2° Amostra	15:00	2830	28,1	3,1	400	28,1	0,0
08/05/2015	1° Amostra	08:00	2760	28,3	3,0	420	28,3	0,0
	2° Amostra	15:00	2760	28,0	2,4	405	28,0	0,1
Médias			2413,8	28,0	3,0	383,5	28,0	0,0

Com a dosagem de 5 mL de Cloreto Férrico FeCl₃ (PLC-8034 ORGANIC, Universal Química), atendem aos padrões da CONAMA 430/2011, e apresenta um aspecto límpido do Efluente após a dosagem do coagulante,obteve-se ótimos resultados para os parâmetros de DQO e Sólidos Sedimentáveis. Não apresentou alteração para os parâmetros de T (°C).Como mostra a Tabela 12.

Tabela 13: Resultados de DQO, Temperatura e Sólidos Sedimentáveis para dosagem de 6 mL de FeCl₃.

Data	Amostras	Horário	ANTES			6mL de FeCl ₃		
			DQO (mg/L)	T (°C)	SS (mg/L)	DQO (mg/L)	T (°C)	SS (mg/L)
27/04/2015	1° Amostra	08:00	2770	28,4	2,9	480	28,4	0,2
	2° Amostra	15:00	2770	28,2	3,2	475	28,2	0,2
28/04/2015	1° Amostra	08:00	2650	28,6	2,8	420	28,6	0,0
	2° Amostra	15:00	2815	28,0	3,0	520	28,0	0,1
29/04/2015	1° Amostra	08:00	2930	29,1	2,7	510	29,1	0,0
	2° Amostra	15:00	2675	27,3	2,9	485	27,3	0,1
30/04/2015	1° Amostra	08:00	2450	26,5	2,8	380	26,5	0,0
	2° Amostra	15:00	2537	27,7	3,4	400	27,7	0,2
01/05/2015	1° Amostra	08:00	2238	28,2	3,2	340	28,2	0,1
	2° Amostra	15:00	2320	29,0	3,2	360	29,0	0,1
02/05/2015	1° Amostra	08:00	2586	27,9	3,2	415	27,9	0,1
	2° Amostra	15:00	2616	28,3	2,9	455	28,3	0,1
03/05/2015	1° Amostra	08:00	1820	26,0	3,2	486	26,0	0,0
	2° Amostra	15:00	2020	29,2	3,2	300	29,2	0,0
04/05/2015	1° Amostra	08:00	2200	27,3	3,0	300	27,3	0,2
	2° Amostra	15:00	2160	28,5	2,9	295	28,5	0,0
05/05/2015	1° Amostra	08:00	1430	27,9	3,0	270	27,9	0,1
	2° Amostra	15:00	1620	28,4	2,8	300	28,4	0,0
06/05/2015	1° Amostra	08:00	2125	29,3	3,0	290	29,3	0,1
	2° Amostra	15:00	2250	26,8	3,2	285	26,8	0,0
07/05/2015	1° Amostra	08:00	2600	27,4	3,3	360	27,4	0,2
	2° Amostra	15:00	2830	28,1	3,1	405	28,1	0,0
08/05/2015	1° Amostra	08:00	2760	28,3	3,0	415	28,3	0,2
	2° Amostra	15:00	2760	28,0	2,4	420	28,0	0,1
Médias			2413,8	28,0	3,0	390,3	28,0	0,1

Como mostra a Tabela 13, os resultados com a com a dosagem de 6 mL de Cloreto Férrico FeCl₃ (PLC-8034 ORGANIC, Universal Química), atendem aos padrões da CONAMA 430/2011 do mesmo modo que com a dosagem de 5 mL de Cloreto Férrico FeCl₃, sem muitas diferenças nos resultados. Da mesma forma que os ensaios anteriores não apresentaram nenhuma alteração nos parâmetros de T(°C).