



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA
LUCIMAR DA CRUZ SANTOS

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE COAGULANTES NO
TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO DE EFLUENTE PROVENIENTE
DE UMA INDÚSTRIA DE CARNE TERMOPROCESSADA**

LAGES

2019

LUCIMAR DA CRUZ SANTOS

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE COAGULANTES NO
TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO DE EFLUENTE PROVENIENTE
DE UMA INDÚSTRIA DE CARNE TERMOPROCESSADA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário Unifacvest como parte dos requisitos para obtenção do grau em Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Prof. ME. Aldori Batista dos Anjos.

Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Antunes Ribeiro Filho.

LAGES

2019

LUCIMAR DA CRUZ SANTOS

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE COAGULANTES NO
TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO DE EFLUENTE PROVENIENTE
DE UMA INDÚSTRIA DE CARNE TERMOPROCESSADA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário Unifacvest como parte dos requisitos para obtenção do grau em Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Lages, SC ___/___/2019. Nota _____
(Data de aprovação)

Prof. Msc. Aldori Anjos, coordenador do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária.

LAGES

2019

AGRADECIMENTOS

A minha mãe, Francisca da Cruz Santos, uma mulher que ficou viúva e arcou com a responsabilidade de cuidar dos quatro filhos sozinha e com muito esforço sempre forneceu o necessário e por observar a realidade vivida por ela tive a certeza do que iria ser na vida.

Ao meu pai, Valdir Batista Bispos dos Santos, que infelizmente partiu cedo demais, mas no meu coração será sempre eterno.

Ao meu grande amigo, Márcio Cledes, que por diversas vezes me ajudou, me encorajou e me fez acreditar que seria possível alcançar meus objetivos.

Ao meu grande amigo, Viane Spancerski, que foi meu braço direito em várias situações e nunca mediu esforços para me ajudar.

A minha coordenadora, Valdirene Chagas, pela compreensão que teve quando precisei estagiar e por diversas outras vezes que facilitou a troca de plantão no Abrigo onde trabalho, tornando possível a minha continuação no meu emprego.

A empresa Vosso do Brasil que me concedeu o privilégio de estagiar em uma empresa multinacional que tem uma visão aguçada em prol do meio ambiente e trata todos os funcionários com muita dignidade.

Ao gerente do setor de Meio Ambiente da empresa Vosso do Brasil, o Alessandro Lazzari, que com toda paciência transmitiu muito conhecimento teórico e prático, contribuindo com meu crescimento profissional.

A todos meus professores que contribuíram em todo conhecimento adquirido e alguns eram além de professores, exemplos de seres humanos.

A minha querida cachorrinha, Lily, que deitava ao meu lado e me dava carinho e isso renovava minhas energias.

E, as grandes amigas que tive a oportunidade de fazer durante a graduação, em especial minha amiga Marciéle Lemos, Géssica Milan, Thalia Duarte e meu amigo Carlos Alexandre Andrade que compartilhamos muitos momentos de felicidades, tristezas, risadas, choros, e aprendizados e tudo isso levarei para a vida inteira junto comigo, como recordação e lembrança.

RESUMO

Neste trabalho avaliou-se a eficiência de três agentes coagulantes no tratamento físico-químico de efluente de uma indústria de carne termoprocessada. O efluente foi proveniente da empresa Vosso do Brasil que atualmente utiliza em média a concentração 0,3-0,4 mg/L de coagulante para cada litro de efluente. As análises comparativas foram feitas em coagulantes do tipo inorgânico (cloreto férrico e PAC) e orgânico (tanino da acácia negra). Os principais parâmetros avaliados foram cor, turbidez, pH, P, DBO e DQO. Os testes foram realizados no laboratório, cada teste com seu método e instrumento específico. O coagulante PAC e o Cloreto Férrico apresentaram-se como promissores quando utilizado concentração médio-alta de coagulante, e o Tanino consegue ser mais eficiente em médio-baixa concentração. Em relação ao P não houve alteração em relação ao Tanino, mas o PAC e Cloreto Férrico se mostraram mais eficiente na remoção quando utilizado em baixa concentração.

Palavras chaves: Efluente, coagulante, indústria.

ABSTRACT

In this work we evaluated the efficiency of three coagulant agents in the physical-chemical effluent treatment of a thermoprocessed meat industry. The effluent came from Vosso do Brasil, which currently uses an average of 0.3-0.4 mg/L of coagulant concentration for each liter of effluent. Comparative analyzes were performed on inorganic (ferric chloride and PAC) and organic (black wattle tannin) coagulants. The main parameters evaluated were color, turbidity, pH, P, BOD and COD. The tests were performed in the laboratory, each test with its specific method and instrument. The PAC coagulant and Ferric Chloride were promising when used medium-high concentration of coagulant, and Tanino can be more efficient in medium-low concentration. Regarding P there was no change in relation to Tanino, but PAC and Ferric Chloride were more efficient to remove when used in low concentration.

Keywords: Effluent, coagulant, industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Empresa Vossko do Brasil.....	36
Figura 2 - Captação do efluente do equalizador.....	38
Figura 3 - Efluente com coagulante e polímero	39
Figura 4 - Coagulantes	39
Figura 5 - Polímero	40
Figura 6 - Efluente no jar test	40
Figura 7 - Grau da eficiência referente à remoção da cor da amostra 01	44
Figura 8 - Gráfico demonstrando à alteração do pH da amostra 01	44
Figura 9 - Grau da eficiência referente à remoção da turbidez da amostra 01	45
Figura 10 - Grau da eficiência referente à remoção da cor da amostra 02	47
Figura 11 - Gráfico demonstrando à alteração do pH da amostra 02	47
Figura 12 - Grau da eficiência referente à remoção da turbidez da amostra 02.....	48
Figura 13 - Grau da eficiência referente à remoção da cor da amostra 03	50
Figura 14 - Gráfico mostrando à alteração do pH da amostra 03	50
Figura 15 - Grau da eficiência referente à remoção da turbidez da amostra 03.....	51
Figura 16 - Grau da eficiência referente à remoção da cor da amostra composta	53
Figura 17 - Grau referente à DBO.....	54
Figura 18 - Grau referente à DQO	54
Figura 19 - Grau da eficiência referente à remoção do P	55
Figura 20 - Gráfico demonstrando à alteração do pH.....	55
Figura 21 - Grau da eficiência referente à remoção da turbidez	56

LISTA DE TABELA

Tabela 1- Classes e usos preponderantes das águas doces segundo Resolução 357 do CONAMA.....	26
Tabela 2- Valores dos parâmetros do Efluente sem coagulante da amostra 01	42
Tabela 3- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,1 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra 01)	42
Tabela 4- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,2 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra 01)	43
Tabela 5- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,3 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra 01)	43
Tabela 6- Valores dos parâmetros do Efluente sem coagulante da amostra 02	45
Tabela 7- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,1 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra 02)	46
Tabela 8- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,2 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra 02)	46
Tabela 9-: Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,3 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra 02)	46
Tabela 10- Valores dos parâmetros do Efluente sem coagulante da amostra 03	48
Tabela 11- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,1 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra 03)	48
Tabela 12- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,2 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra 03)	49
Tabela 13- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,3 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra 03)	49
Tabela 14- Valores dos parâmetros do Efluente sem coagulante da amostra composta	52
Tabela 15- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,1 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra composta)	52
Tabela 16- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,2 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra composta)	52
Tabela 17- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,3 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra composta)	53
Tabela 18- Parâmetro econômico dos coagulantes	58

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA	Agência Nacional de Águas
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual de Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MS	Ministério da Saúde
NTU	Unidades Nefelométricas de Turbidez
P	Fósforo
PAC	Policloreto de Alumínio
pH	Potencial hidrogeniônico
uC	Unidade de cor

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	22
1.1 Justificativa.....	23
1.2 Objetivos	24
1.2.1 Objetivo Geral	24
1.2.2 Objetivos Específicos.....	24
1.3 Aplicação.....	25
2 REFERENCIAL TEÓRICO	26
2.1 Uso da água e disponibilidade hídrica	26
2.2 Tratamento de efluente	28
2.3 Tratamento físico-químico	28
2.4 Coagulantes orgânicos e não orgânicos.....	30
2.4.1 Cloreto férrico.....	30
2.4.2 Policloreto de alumínio	30
2.4.3 Tanino da Acácia Negra.....	30
3 PARÂMETROS ENVOLVIDOS NA QUALIDADE DA ÁGUA QUE FORAM ANALISADOS	32
3.1 Cor	32
3.2 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO).....	32
3.3 Demanda química de oxigênio (DQO).....	33
3.4 Fósforo (P).....	33
3.5 Potencial Hidrogeniônico (pH)	33
3.6 Turbidez.....	34
4 MATERIAIS E MÉTODOS	36
4.1 Características do efluente produzido na Vosso do Brasil.....	36
4.2 Análises de laboratório das variáveis indicadoras	37
4.2.1 Análise métodos utilizados para as análises das variáveis.....	37
5 RESULTADOS DAS ANÁLISES E GRAU DE EFICIÊNCIA	42
5.1 Amostra 01	42
5.2.1 Grau de eficiência de amostra.....	43
5.2 Amostra 02	45
5.2.2 Grau da eficiência de amostra.....	46
5.3 Amostra 03	48

5.3.1 Grau da eficiência de amostra.....	49
6 ANÁLISES COMPOSTAS.....	52
6.1 Grau da eficiência das amostras compostas	53
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	57
7.1 Parâmetro ambiental	58
7.2 Parâmetro econômico	58
8 CONCLUSÃO	59
9 BIBLIOGRAFIA.....	60

1 INTRODUÇÃO

A indústria utiliza água de diversas formas durante o processo para obter o produto final desejado. Lavagens de máquinas, pisos e tubulações são alguns dos exemplos, além da utilização da água no sistema de resfriamento e geradores de vapor, nas etapas dos processos ou até mesmo incorporado ao produto. Toda água contaminada por resíduos durante o processo industrial se torna efluente e este efluente deve ser tratado antes de ser devolvido ao meio ambiente.

O descarte de um efluente sem os devidos parâmetros de qualidade pode tornar o ambiente receptor tóxico e ocasionar um impacto ambiental imensurável, sendo assim, as indústrias são responsáveis por descartar o efluente gerado conforme as Resoluções do CONAMA 357/2005 e 397/2008, assegurando que parâmetros que envolvem a qualidade do efluente para ser descartado estejam dentro dos padrões solicitados.

O setor industrial vem crescendo constantemente no cenário mundial e com isso aumenta também o requerimento por água, o que causa problemas aos recursos hídricos. Segundo Shiklomanov (1997), o percentual de uso deste recurso no setor industrial encontra-se na faixa de 20%, perdendo apenas para a agricultura que requer 70% de toda água captada dos rios, lagos e aquíferos.

A água utilizada em todo processo de produção em uma indústria de carne termoprocessada adquire elevado índice de matéria orgânica, tornando-se um efluente que necessita passar por várias etapas de tratamento para diminuir a matéria orgânica antes de ser lançado ao seu receptor.

No presente trabalho foi feita uma avaliação comparativa da eficiência de três coagulantes (PAC, Cloreto Férrico e Tanino) agindo juntamente com um polímero para remoção de cor e turbidez no tratamento físico-químico em uma indústria de carne termoprocessada. Para isso, analisou-se os parâmetros antes e depois de passar pelo tratamento Físico-Químico. O efluente avaliado é proveniente do tanque de equalização da empresa Vosso do Brasil, que atua com o termoprocessamento de peito de frango, sendo o efluente gerado diariamente em média de 650 mil litros. Atualmente a empresa usa 0,4 mg/L de coagulante no efluente.

1.1 Justificativa

O setor de Produção de uma indústria de carne termoprocessada gera um volume enorme de efluente que deve ser tratado antes de ser devolvido a um corpo receptor, conforme as Resoluções do CONAMA 357/2005 e 397/2008 que classificam as águas e informa os padrões como devem ser devolvidas ao meio ambiente.

A indústria geradora é totalmente responsável pelo descarte de suas águas residuais e no efluente proveniente de uma indústria de carne termoprocessada existe um teor alto de matéria orgânica, necessitando que seja feito um tratamento eficaz para a redução do mesmo e tornar o efluente final compatível legalmente para devolução.

A etapa que ocorre no flotor (Físico-Químico) é responsável por diminuir a matéria orgânica, tornando o efluente menos carregado para as etapas seguintes. Por este motivo as análises serão feitas nesta etapa.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Fazer análise do Policloreto de Alumínio (PAC), Cloreto Férrico e o Tanino (acácia negra) com o objetivo de saber qual deles é o mais eficiente no tratamento físico-químico em um efluente proveniente da indústria Vosso do Brasil que trabalha com termoprocessamento de peito de frango.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a. Fazer análises de cor, DBO e DQO, turbidez, P e pH;
- b. Identificar a eficiência de cada coagulante para o efluente tratado;
- c. Verificar a capacidade de remoção da cor, P e turbidez;
- d. Verificar alteração do pH;
- e. Verificar a DBO e DQO;
- f. Relacionar o custo e benefício de cada coagulante.

1.3 Aplicação

O presente trabalho pode ser aplicado em indústrias que precisam realizar o tratamento de efluente. Após análise comparativa, será indicado o coagulante com melhor custo/benefício para o tratamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Uso da água e disponibilidade hídrica

O uso das águas é classificado em consuntivos e não consuntivos. Os consuntivos são águas provenientes de mananciais e podem ser utilizadas para irrigar, uso nas indústrias, uso doméstico e tem requisitos mais rígidos de qualidade. Os usos não consuntivos são utilizados em atividades que utilizam a água sem consumi-la (CONAMA 357/2005).

As águas doces são classificadas em cinco classes, conforme suas características físicas, químicas e biológicas e aos usos, de acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA, sintetizado na tabela 1.

Tabela 1- Classes e usos preponderantes das águas doces segundo Resolução 357 do CONAMA

Classes	Principais usos
Especial	a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
1	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
2	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;

	<p>b) à proteção das comunidades aquáticas;</p> <p>c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;</p> <p>d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e</p> <p>e) à aquicultura e à atividade de pesca.</p>
3	<p>a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;</p> <p>b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;</p> <p>c) à pesca amadora;</p> <p>d) à recreação de contato secundário; e</p> <p>e) à dessedentação de animais.</p>
4	<p>a) à navegação; e</p> <p>b) à harmonia paisagística</p>

Fonte: CONAMA 357/2005

A estimativa é que no Planeta exista um volume de água entre $1,36 \times 10^9$ e $1,46 \times 10^9$ km³ e aproximadamente 97% dele corresponde às águas salgadas (Von Sperling, 2006). Sendo a água doce aproximadamente 3% e 68,9% dela se encontra nas calotas polares, é fundamental que a utilização da água doce disponível seja de forma consciente e devolvida com os parâmetros adequados de qualidade para o meio ambiente.

2.2 Tratamento de efluente

Atualmente, problemas relacionados à agressão ao meio ambiente têm gerado grandes discussões na comunidade principalmente no que se refere à qualidade das águas subterrâneas, que vem apresentando grau de poluição preocupante ocasionado por despejos domésticos e industriais *in natura*. Sendo assim, os efluentes industriais podem provocar os mais sérios problemas de poluição ambiental e de saúde pública, quando não são convenientemente tratados.

Os tratamentos de efluentes industriais estão diretamente ligados à preservação ambiental, sendo que estes envolvem a remoção de impurezas geradas na fabricação do produto de interesse de cada indústria (CRESPILHO et al., 2004).

Um sistema de tratamento de efluentes é constituído por uma série de etapas e processos, os quais são empregados para a remoção de substâncias indesejáveis da água ou para sua transformação em outra forma que seja aceitável pela legislação ambiental, os principais processos de tratamento são reunidos em um grupo distinto, sendo eles os processos físicos, químicos e biológicos (MARCONDES, 2012).

Descartar o efluente de forma inadequado pode causar diversos problemas econômicos e ambientais, como por exemplo, entupimento dos filtros e tubulações das estações de tratamento, e ainda a poluição e diminuição do oxigênio na água (MARCONDES, 2012).

2.3 Tratamento físico-químico

Dentre os vários processos de tratamento de efluentes, podem-se destacar os processos físicos, que são caracterizados por métodos de separação de fases, sendo que este fato pode ocorrer através de gradeamento, peneiramento, sedimentação ou decantação e por flotação dos resíduos (CRESPILHO, et al., 2004).

Processos químicos são aqueles onde a utilização de produtos químicos é necessária para aumentar a eficiência de remoção de um elemento ou substância, modificando seu estado ou estrutura, ou simplesmente alterar suas características químicas, sendo que esses são utilizados em conjunto com os processos físicos e algumas vezes a processos biológicos. Os

processos químicos visam à remoção de substâncias não eliminadas a níveis desejados nos tratamentos físicos e biológicos como os nutrientes e microrganismos patogênicos, sendo estes, cloração, ozonização, radiações ultravioletas, processo eletrolítico, entre outros (MARCONDES, 2012).

Os processos físico-químicos de coagulação, floculação e sedimentação são amplamente utilizados para a remoção de impurezas coloidais. Segundo Di Bernardo & Dantas (2005) partículas coloidais, substâncias húmicas e microrganismos em geral apresentam cargas negativas na água. Quando duas partículas coloidais se aproximam, devido ao movimento browniano que as mantém em constante movimento, atuam sobre elas forças de atração e repulsão (devido à força eletrostática ou da dupla camada elétrica), impedindo a agregação entre as partículas e a consequente formação de flocos.

Desta forma, a coagulação é um processo combinado de mecanismos que favorecem a atração entre as partículas coloidais e a desestabilização das cargas negativas por meio da adição de produto químico apropriado, normalmente sais de ferro ou alumínio ou de floculantes sintéticos, seguidos de agitação rápida para possibilitar o crescimento das mesmas pela colisão entre si (SCHOENHALS, 2006).

Di Bernardo & Dantas (2005) consideram a coagulação química como o resultado da ação combinada de quatro possíveis mecanismos distintos: compressão da camada difusa, adsorção e neutralização, varredura, adsorção e formação de ponte. Entretanto, para os coagulantes químicos geralmente empregados como os sais de ferro ou alumínio, há predominância dos mecanismos de adsorção-neutralização e varredura.

Para determinar o melhor coagulante a ser utilizado e aplicado no tratamento de efluentes industriais é necessário analisar cada caso, e para isto faz-se o ensaio de jarros nos quais se verifica a eficácia dos produtos e desta forma determinar o melhor coagulante a ser utilizado e aplicado no tratamento de efluentes industriais.

2.4 Coagulantes orgânicos e não orgânicos

2.4.1 Cloreto férrico

Cloreto Férrico é um composto químico e coagulante inorgânico de fórmula $FeCl_3$. A cor dos cristais de cloreto de ferro depende do ângulo de visão: por luz refletida os cristais parecem verde-escuro, mas por luz transmitida parecem vermelho-púrpura.

Quando dissolvido em água, o Cloreto Férrico sofre hidrólise e libera calor (reação exotérmica). A solução castanha, ácida e corrosiva resultante é usada como coagulante no tratamento de efluente. O tratamento é feito através da desestabilização das partículas de sólidos e impurezas suspensas nas águas que não se separam naturalmente. Sob a ação do Cloreto Férrico, esses colóides se aglutinam e aderem aos flocos do composto de ferro formado, purificando a água.

2.4.2 Policloreto de alumínio

O PAC é um coagulante inorgânico catiônico pré polimerizado de alto peso molecular a base de policloreto de alumínio, utilizado em processos de tratamento de águas, esgoto, petróleo, mineração e açúcar.

O Policloreto de Alumínio tem como característica química agregar em sua molécula original cadeias poliméricas hidroxiladas, fundamentais nos processos de coagulação e floculação em tratamento de água. A posterior hidrólise irá proporcionar novas espécies insolúveis, que possibilitarão o processo de neutralização elétrica, que neste caso serão menos sensíveis que as espécies originárias a partir da hidrólise dos sais monoméricos (PUREWATER, 2019).

2.4.3 Tanino da Acácia Negra

O tanino extraído da acácia negra (planta de origem australiana) pode ser utilizado no tratamento de águas de uma forma mais sustentável. No Brasil, existe o cultivo da planta no Estado do Rio Grande do Sul (WOLF et al., 2013).

A extração do tanino (20 a 30 % da casca) para a produção do coagulante para tratamento de águas é feita com água em grandes autoclaves. A casca esgotada é em parte destinada à compostagem para a produção de fertilizante orgânico. O restante pode ser utilizado para queima, produção de vapor e geração de energia elétrica para o funcionamento da indústria.

3 PARÂMETROS ENVOLVIDOS NA QUALIDADE DA ÁGUA QUE FORAM ANALISADOS

3.1 Cor

A água sem as impurezas não possui cor. No entanto, no âmbito natural ela adquire materiais dissolvidos ou em suspensão e a presença de matérias orgânicas contribui bastante para o agregamento de cor nas águas (LIBÂNIO, 2016).

Os efluentes industriais possuem cor devido à substâncias orgânicas ou inorgânicas, bem como pode ser devida à misturas de compostos incluindo os produtos dos próprios tratamentos.

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico. Dentre os colóides orgânicos, podem-se mencionar os ácidos húmico e fúlvico, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos (CETESB, 2012).

Há também compostos inorgânicos tais como ferro, capaz de provocar os efeitos de matéria em estado coloidal (CETESB, 2012).

Segundo Richter e Azevedo Netto (1991) a cor é sensível ao pH. A remoção é mais fácil a pH baixo. Ao contrário quanto maior o pH mais intensa a cor.

3.2 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

A estabilização ou decomposição biológica da matéria orgânica lançada ou presente na água envolve o consumo de oxigênio (molecular) dissolvido na água, nos processos metabólicos desses organismos biológicos aeróbicos.

A $DBO_{5,20}$ de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A $DBO_{5,20}$ é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação

específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como A DBO_{5,20} (CETESB, 2012).

3.3 Demanda química de oxigênio (DQO)

DQO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Normalmente os valores da DQO costumam ser maiores que os da A DBO_{5,20}, e o teste é realizado de forma mais rápido e em um curto período de tempo.

O aumento da concentração de DQO num corpo d'água deve-se principalmente a despejos de origem industrial. A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais. A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a A DBO_{5,20} para observar a biodegradabilidade de despejos (CETESB, 2012).

3.4 Fósforo (P)

O fósforo aparece em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes superfosfatados empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (CETESB, 2012).

3.5 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos

estudos no campo do saneamento ambiental. As restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais, tanto de acordo com a legislação federal, quanto pela legislação estadual, os critérios de proteção à vida aquática fixam o pH entre 6 e 9 (LIBÂNIO, 2016).

A portaria 518/2004 do MS informa que o pH da água distribuída ao público deve estar compreendido entre 6,0 e 9,5. Segundo Libânio (2016) as águas naturais de superfície apresentam pH variando de 6,0 a 8,5, intervalo adequado à manutenção da vida aquática.

O valor do pH da água de consumo não apresenta efeito digno de nota sobre a saúde humana, e diversas bebidas e frutas com valores significativamente mais baixos de pH são usualmente ingeridas. Desta forma, os padrões de potabilidade nacional e da OMS (2011) estabelecem amplo intervalo para água tratada (6,0-9,5). A Resolução 357 (CONAMA, 2005) estabelece para classes 1, 2, 3 e 4 idêntico intervalo de 6,0-9,0.

3.6 Turbidez

Ao longo do tempo, a turbidez das águas foi considerada um parâmetro estético causador de rejeição por parte do consumidor, até descobrir-se que as partículas causadoras de turbidez podem ocluir os microorganismos, protegendo da ação dos oxidantes da desinfecção (LIBÂNIO,2016).

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (esta redução dá-se por absorção e espalhamento da luz, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plânctons em geral, etc. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e que exigem manobras operacionais, como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, nas estações de tratamento de águas (CETESB, 2012).

As exigências cada vez maiores no tratamento de águas levaram os índices de medidas de turbidez a valores cada vez menores. Esse fato somado a pouca sensibilidade

frente à interferência de cor, selecionam o método nefelométrico como o mais preciso para medição de turbidez (LIBÂNIO,2016).

Segundo Libânio (2016) a turbidez da água pode ser interpretada como uma ausência de limpidez. Ela é definida pela presença de material coloidal em suspensão, tais como argila, lodo, matéria orgânica ou inorgânica e organismos microscópicos. O princípio da medição de turbidez é conhecido como nefelometria, medida da quantidade de material sólido suspenso, a partir da luz dispersa num ângulo de 90° em relação a um feixe de luz incidente.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Características do efluente produzido na Vosso do Brasil

A Vosso é uma empresa alemã fundada pelo casal Bemhard e Maria Vosskotter em 1982 e desde então atua no mercado com carnes termoprocessadas e congeladas.

Em 2003 iniciaram-se a construção da Vosso no Brasil, a empresa fica localizada na cidade de Lages no Estado de Santa Catarina. Lages foi escolhida devida sua localização central e também pelo fato de Santa Catarina ser um dos estados que mais produz frango no país, o que facilita a exportação. Segundo os dados do IBGE (2016), a região Sul é a que mais exporta carne de frango, chegando a exportar 3,2 milhões de toneladas em 2016, quase 75% da totalidade nacional, que alcançou 4,3 milhões de toneladas.

Figura 1: Empresa Vosso do Brasil



Fonte: Google Maps (2015)

Atualmente a Vosso exporta anualmente 14.000 mil toneladas de carne termoprocessada de frango. O processo da produção produz uma quantidade de 650 mil litros de efluente por dia, esse efluente possui características diferentes. Por exemplo, no período da manhã e tarde o efluente tem características com mais matéria orgânica devido ser o momento grande produção. À noite, o efluente contém mais composto químico e surfactantes, devido ser o período da higienização da fábrica.

Todo efluente gerado na empresa passa pela a etapa de peneiramento, equalização, flotação, reator biológico e por fim decantação antes de ser destinado ao rio Mola Faca.

4.2 Análises de laboratório das variáveis indicadoras

As análises foram feitas com as variáveis físicas (cor e turbidez) e químicas (DBO, DQO, P e pH) e os indicadores de cada parâmetro analisado contribuiu para obter os resultados deste trabalho de conclusão de curso.

4.2.1 Análise métodos utilizados para as análises das variáveis

Captação do Efluente: O efluente foi captado na etapa do equalizador com garrafas pet e vasos de coletas.

Na figura 2 mostra a coleta do efluente para do equalizador e colocado em vasos de coletas para em seguida ser analisado.

Figura 2 - Captação do efluente do equalizador



Fonte: A Autora (2019)

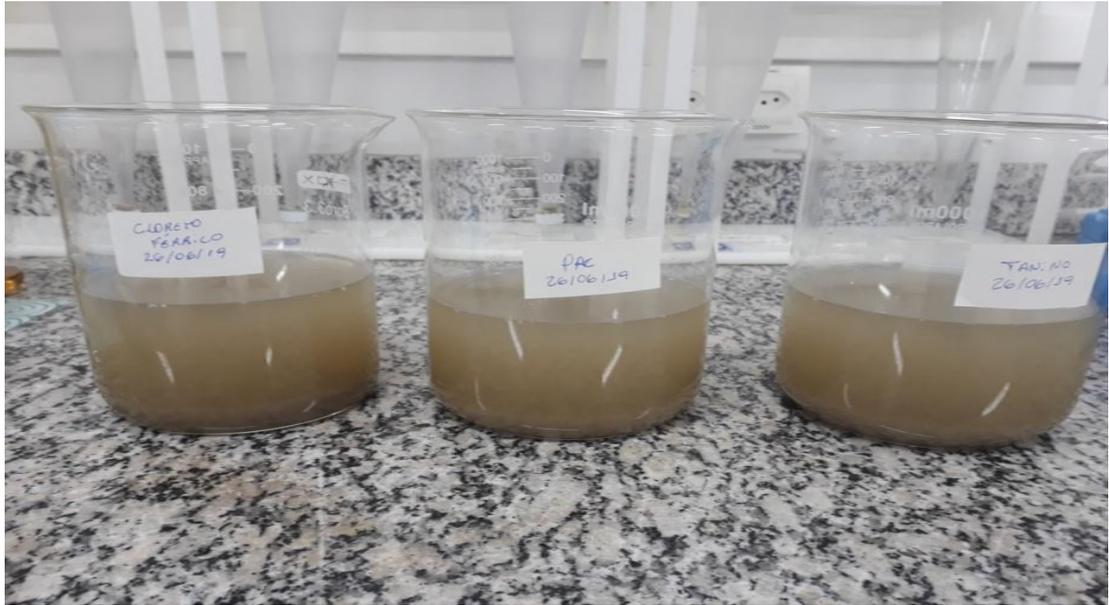
Procedimento: Foram usadas 03 vidrarias e adicionado 500ml do efluente do equalizador em cada vidraria. Adicionado cada tipo de coagulante (Tanino, Policloreto de Alumínio e Cloreto Férrico) em cada vidraria e adicionado também 2,3 ml de Polímero em cada vidraria.

Na figura 3 mostra o efluente em vaso nas vidrarias e cada vidraria com um tipo de coagulante e com o polímero.

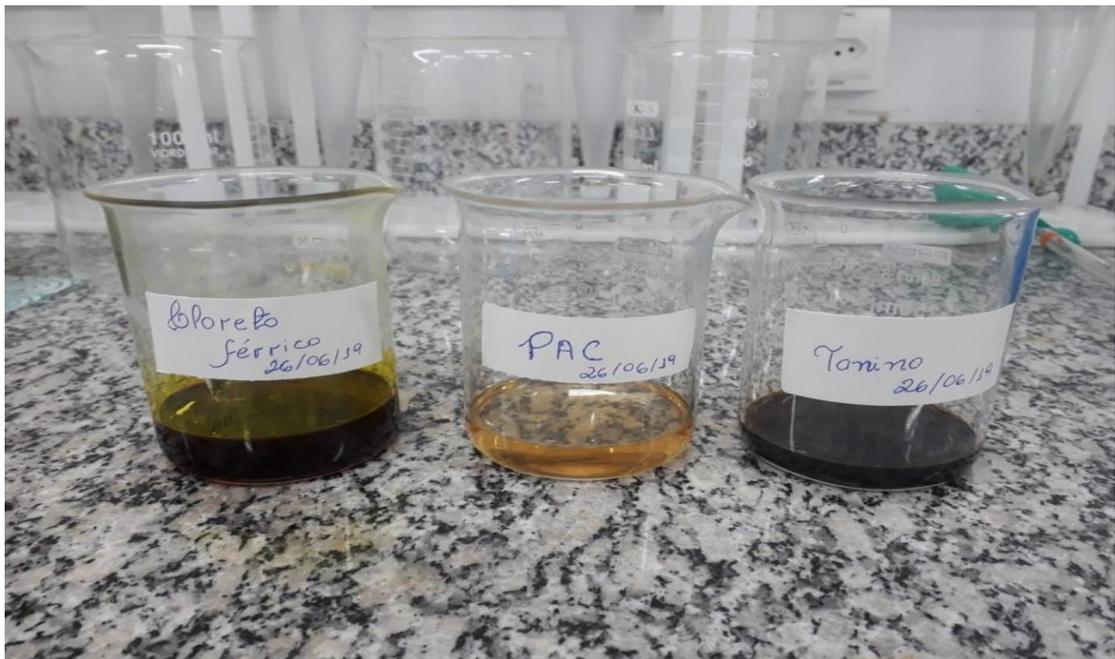
Na figura 4 mostra cada coagulante em sua respectiva vidraria. Nesta figura é possível notar as diferentes tonalidades dos coagulantes.

Na figura 5 mostra o polímero que foi utilizando com o objetivo de auxiliar na coagulação, aumentando as partículas da matéria orgânica constituinte no efluente.

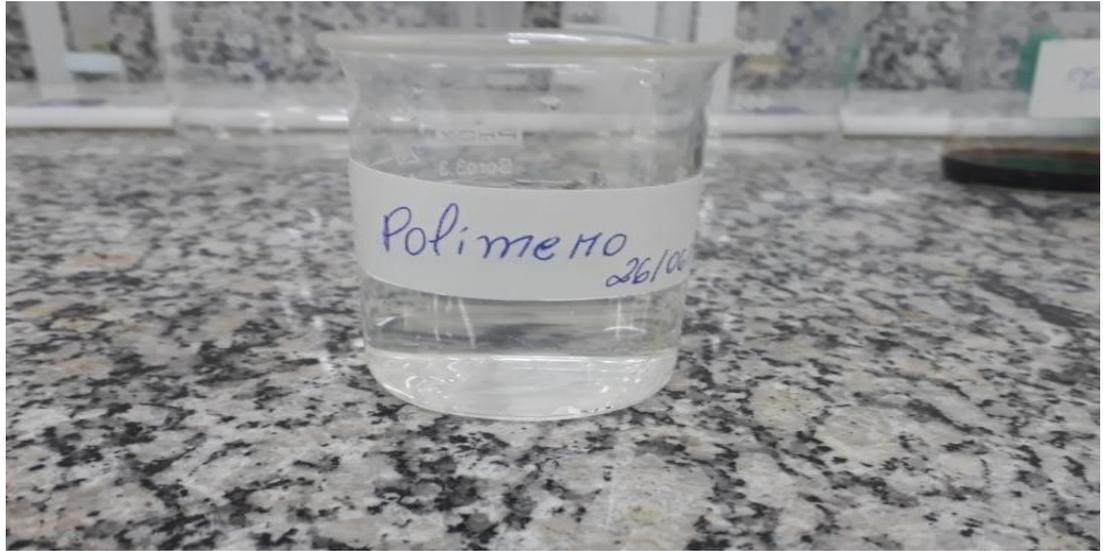
Todos os testes foram feitos antes e após o adcionamento do coagulante no efluente. Foi feita uma mistura rápida para que os coagulantes fossem distribuídos de forma uniforme no efluente.

Figura 3 - Efluente com coagulante e polímero

Fonte: A Autora (2019)

Figura 4 - Coagulantes

Fonte: A Autora (2019)

Figura 5 - Polímero

Fonte: A Autora (2019)

Jar Test: Conforme a figura 6, cada vidraria foi colocada no jar test e feito a mistura lenta e logo após foi deixado um tempo de sedimentação de 5 minutos antes do início dos testes.

Figura 6 - Efluente no jar test

Fonte: A Autora (2019)

Medindo o pH : Foi checado o aparelho com solução tampão de pH conhecido (4, 7 e 10) e após colocado em uma vidraria a amostra do efluente mergulhado os eletrodos e em seguida feito a leitura.

O pH de cada mistura foi medido com o objetivo de saber a alteração de cada efluente após ser adicionado o coagulante.

Turbidímetro: Foram colocados 10 ml de cada conteúdo da vidraria no vidro e posto no aparelho para que a leitura fosse feita.

Espectrofotômetro: Aparelho utilizado para fazer leitura da Cor, DQO e P.

Incubadora: Aparelho utilizado para fazer análise de DBO, deixando 5 dias com a temperatura de 20 graus Celsius.

Termoreator: Aparelho utilizado para fazer análise de DQO.

5 RESULTADOS DAS ANÁLISES E GRAU DE EFICIÊNCIA

Foram feitas análises laboratorial em três amostras de efluente. Cada amostra foi submetida à concentração de 0,1ml, 0,2 ml e 0,3ml de cada coagulante. O efluente também foi analisado antes da adição do coagulante.

Em seguida, estão sintetizados os resultados das análises dos parâmetros nas tabelas 2 até a 17 e figuras 8 até a 21.

5.1 Amostra 01

Na tabela 2 mostra os valores encontrados da cor, pH e turbidez no efluente da amostra. Em seguida, nas tabelas 3, 4 e 5 mostram os resultados para cada um dos parâmetros após a aplicação dos coagulantes.

Tabela 2- Valores dos parâmetros do Efluente sem coagulante da amostra 01

Efluente		
Cor	pH	Turbidez
4.048 uC	6,67	636,0 NTU

Fonte: A Autora (2019)

Tabela 3-Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,1 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra 01)

Concentração 0,1 mg/L			
Coagulante	Cor	pH	Turbidez
Cloreto Férrico	1.819 uC	6,07	136,0 NTU
PAC	1.364 uC	6,31	97,7 NTU
Tanino	489 uC	6,37	59,0 NTU

Fonte: A Autora (2019)

Tabela 4- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,2 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra 01)

Concentração 0,2 mg/L			
Coagulante	Cor	pH	Turbidez
Cloreto Férrico	1.264 uC	5,76	72,9 NTU
PAC	428 uC	5,94	12,9 NTU
Tanino	477 uC	6,37	29,1 NTU

Fonte: A Autora (2019)

Tabela 5- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,3 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra 01)

Concentração 0,3 mg/L			
Coagulante	Cor	pH	Turbidez
Cloreto Férrico	790 uC	6,02	29
PAC	373 uC	6,21	9,2
Tanino	680 uC	6,14	64,1

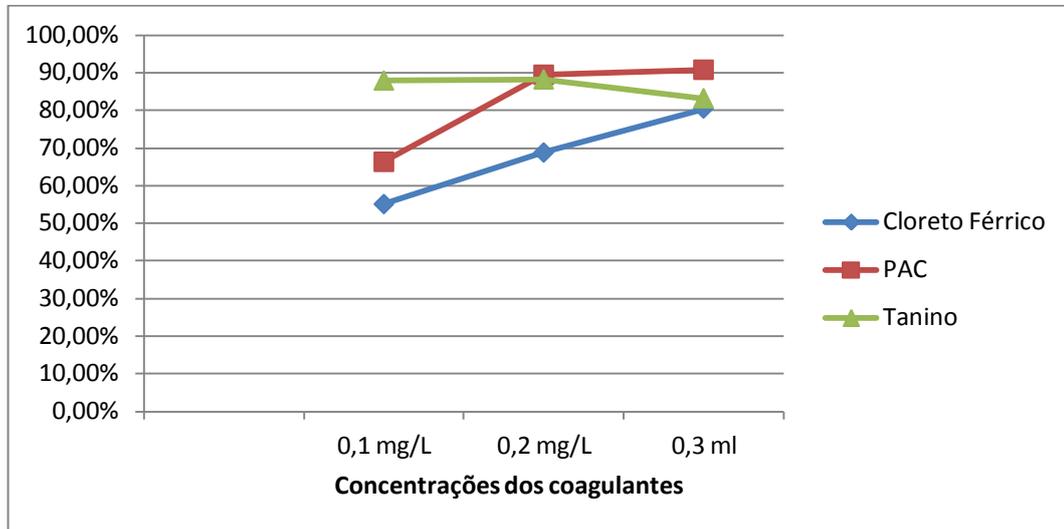
Fonte: A Autora (2019)

5.2.1 Grau de eficiência de amostra

Nas figuras 7, 8 e 9 existe a relação gráfica demonstrando a remoção feita por cada coagulante de acordo com a concentração aplicada.

COR (Amostra 01)

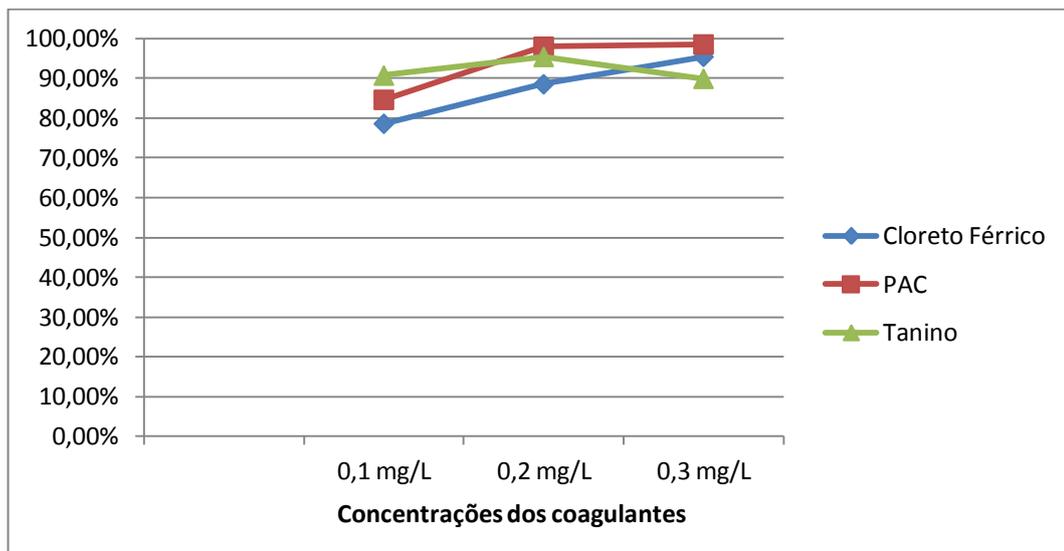
Figura 7 - Grau da eficiência referente à remoção da cor da amostra 01



Fonte: A Autora (2019)

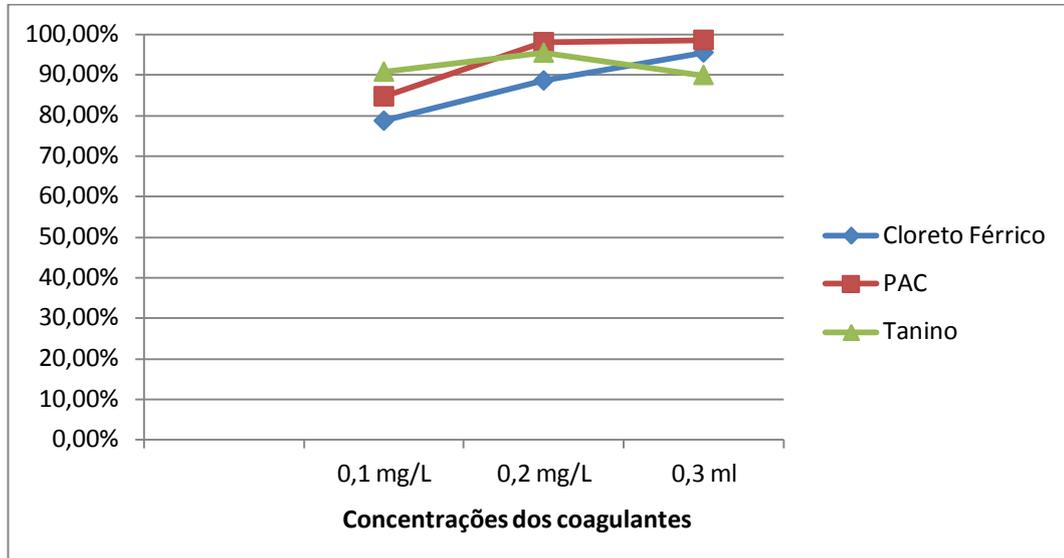
pH (Amostra 01)

Figura 8 - Gráfico demonstrando à alteração do pH da amostra 01



Fonte: A Autora (2019)

TURBIDEZ (Amostra 01)

Figura 9 - Grau da eficiência referente à remoção da turbidez da amostra 01

Fonte: A Autora (2019)

5.2 Amostra 02

Na tabela 6 mostra os valores encontrados da cor, pH e turbidez no efluente da amostra. Em seguida, nas tabelas 7, 8 e 9 mostram os resultados para cada um dos parâmetros após a aplicação dos coagulantes.

Tabela 6- Valores dos parâmetros do Efluente sem coagulante da amostra 02

Efluente		
Cor	pH	Turbidez
4.181 uC	6,80	721,0 NTU

Fonte: A Autora (2019)

Tabela 7- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,1 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra 02)

Concentração 0,1 mg/L			
Coagulante	Cor	pH	Turbidez
Cloreto Férrico	1.480 uC	6,25	102,0 NTU
PAC	1.521 uC	6,43	101,0 NTU
Tanino	581 uC	6,68	23,6 NTU

Fonte: A Autora (2019)

Tabela 8- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,2 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra 02)

Concentração 0,2 mg/L			
Coagulante	Cor	pH	Turbidez
Cloreto Férrico	790 uC	5,96	40,9 NTU
PAC	373 uC	6,42	12,2 NTU
Tanino	680 uC	6,68	31,6 NTU

Fonte: A Autora (2019)

Tabela 9- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,3 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra 02)

Concentração 0,3 mg/L			
Coagulante	Cor	pH	Turbidez
Cloreto Férrico	213 uC	5,87	11,0 NTU
PAC	168 uC	6,22	7,53 NTU
Tanino	1.327 uC	6,41	69,3 NTU

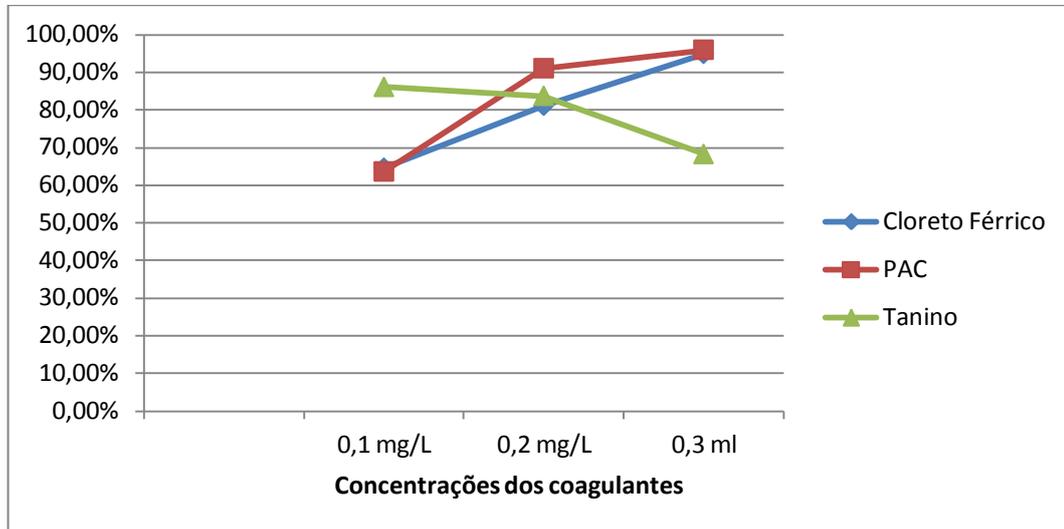
Fonte: A Autora (2019)

5.2.2 Grau da eficiência de amostra

Nas figuras 10, 11 e 12 existe a relação gráfica demonstrando a remoção feita por cada coagulante de acordo com a concentração aplicada.

COR (Amostra 02)

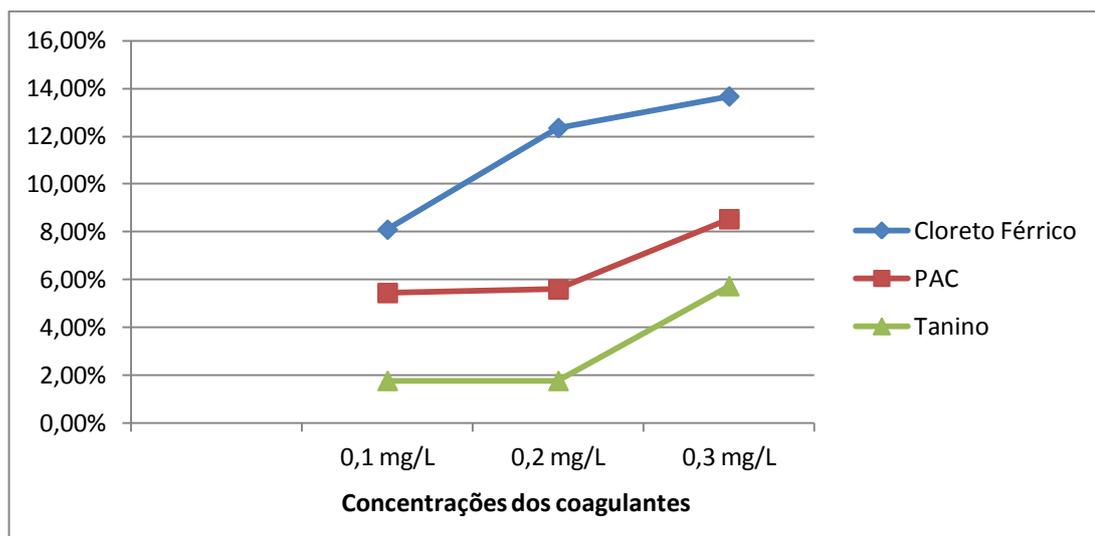
Figura 10 - Grau da eficiência referente à remoção da cor da amostra 02



Fonte: A Autora (2019)

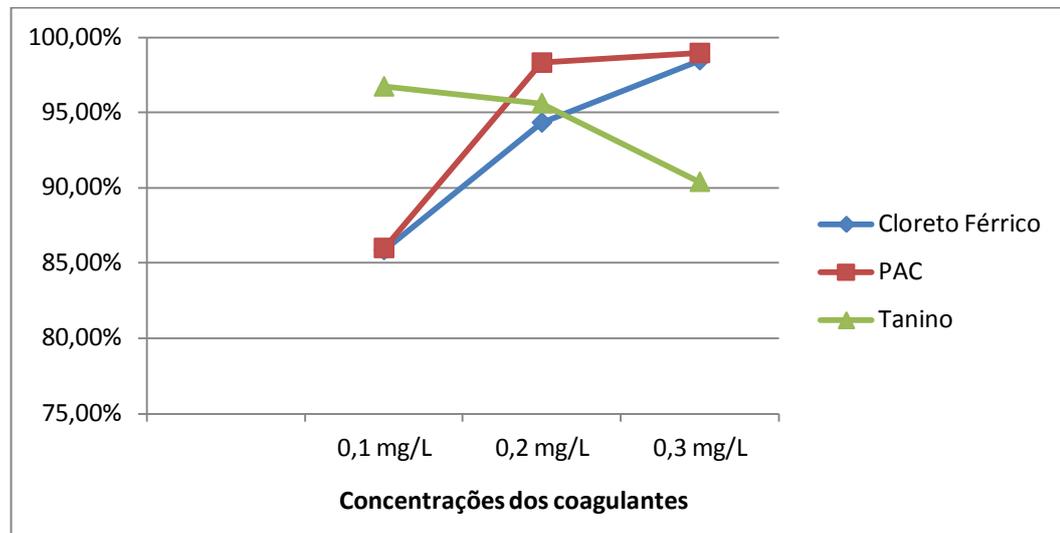
pH (Amostra 02)

Figura 11 - Gráfico demonstrando à alteração do pH da amostra 02



Fonte: A Autora (2019)

TURBIDEZ (Amostra 02)

Figura 12 - Grau da eficiência referente à remoção da turbidez da amostra 02

Fonte: A Autora (2019)

5.3 Amostra 03

Na tabela 10 mostra os valores encontrados da cor, pH e turbidez no efluente da amostra. Em seguida, nas tabelas 11, 12 e 13 mostram os resultados para cada um dos parâmetros após a aplicação dos coagulantes.

Tabela 10- Valores dos parâmetros do Efluente sem coagulante da amostra 03

Efluente		
Cor	pH	Turbidez
3.557 uC	6,76	643 NTU

Fonte: A Autora (2019)

Tabela 11- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,1 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra 03)

Concentração 0,1 mg/L			
Coagulante	Cor	pH	Turbidez
Cloreto Férrico	1.815 uC	6,53	133 NTU

PAC	1.713 uC	6,69	119 NTU
Tanino	72,2 uC	6,73	72,2 NTU

Fonte: A Autora (2019)

Tabela 12- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,2 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra 03)

Concentração 0,2 mg/L			
Coagulante	Cor	pH	Turbidez
Cloreto Férrico	1.125 uC	6,04	72,3 NTU
PAC	694 uC	6,15	29,8 NTU
Tanino	786 uC	6,37	36,1 NTU

Fonte: A Autora (2019)

Tabela 13- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,3 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra 03)

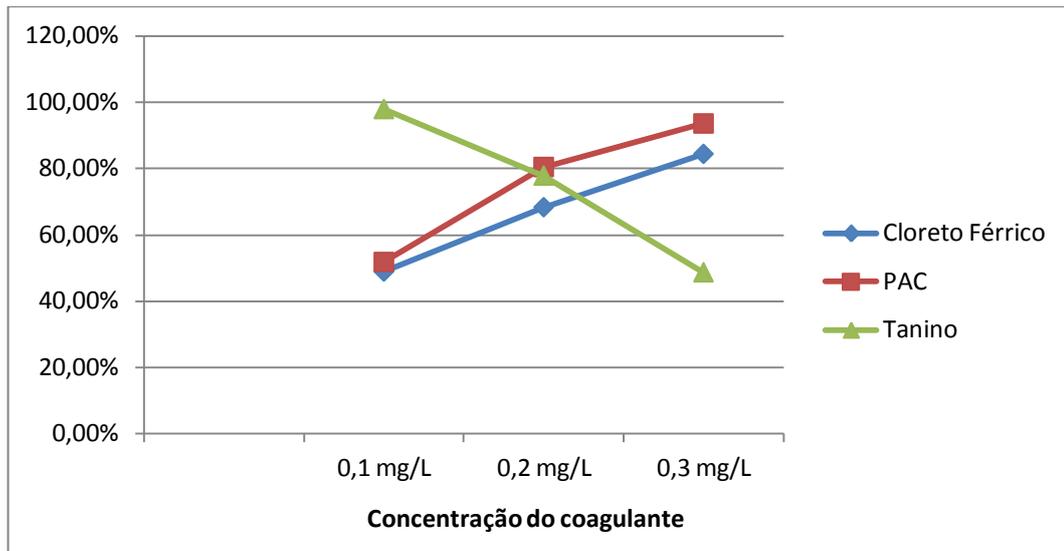
Concentração 0,3 mg/L			
Coagulante	Cor	pH	Turbidez
Cloreto Férrico	553 uC	5,3	34,5 NTU
PAC	227 uC	5,79	11,0 NTU
Tanino	1.823 uC	5,92	91,8 NTU

Fonte: Autora (2019)

5.3.1 Grau da eficiência de amostra

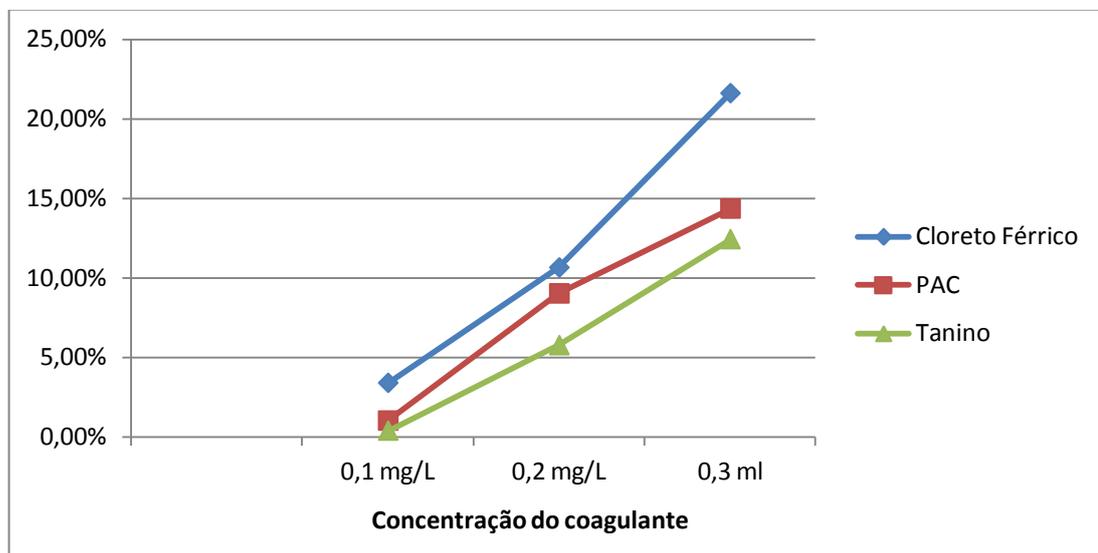
Nas figuras 13, 14 e 15 existe a relação gráfica demonstrando a remoção feita por cada coagulante de acordo com a concentração aplicada.

COR (Amostra 03)

Figura 13 - Grau da eficiência referente à remoção da cor da amostra 03

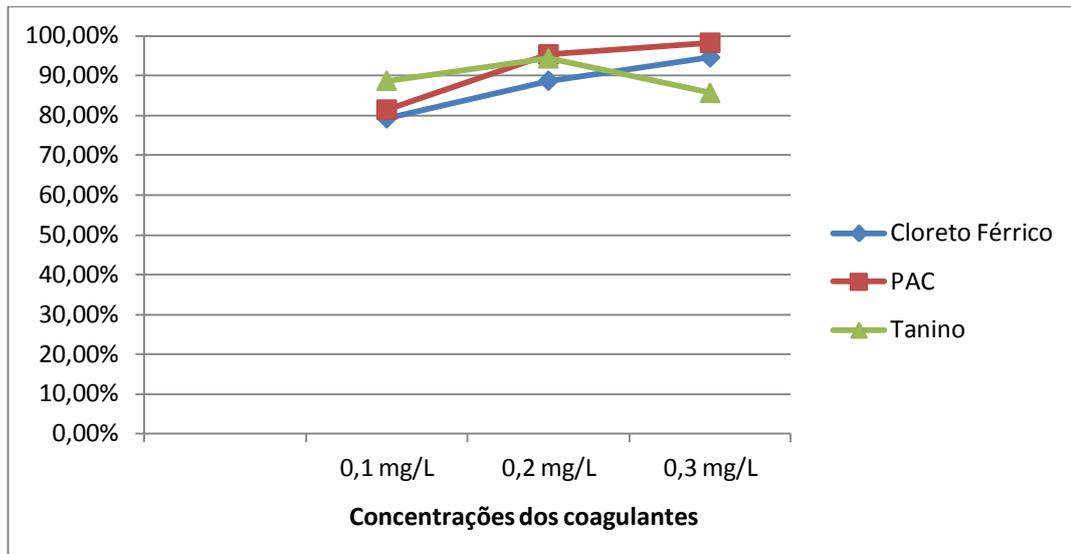
Fonte: A Autora (2019)

pH (Amostra 03)

Figura 14 - Gráfico mostrando à alteração do pH da amostra 03

Fonte: A Autora (2019)

TURBIDEZ (Amostra 03)

Figura 15 - Grau da eficiência referente à remoção da turbidez da amostra 03

Fonte: Autora (2019)

6 ANÁLISES COMPOSTAS

As análises compostas foram feitas através das amostras 01, 02 e 03 e as amostras foram misturadas de acordo com a sua concentração. Após as misturas foram feitas as análises de Cor, DBO, DQO, P, pH e Turbidez.

A tabela 14 contém dados do efluente antes de ser adicionado os coagulantes. As tabelas 15, 16 e 17 informam sobre os parâmetros do efluente após o tratamento Físico-Químico com o coagulante cloreto férrico, PAC e tanino.

Tabela 14-Valores dos parâmetros do Efluente sem coagulante da amostra composta

Efluente sem coagulante					
Cor	DBO	DQO	P	pH	Turbidez
3.846 uC	1.840 mg/l	4.697 mg/l	>3,5 mg/l	6,78	659 NTU

Fonte: A Autora (2019)

Tabela 15- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,1 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra composta)

Concentração 0,1 mg/L						
Coagulante	Cor	DBO	DQO	P	pH	Turbidez
Cloreto Férrico	1.686 uC	1.127 mg/l	1.358 mg/l	1,19 mg/l	6,26	119,6NTU
PAC	1.517uC	1.095 mg/l	1.289 mg/l	1,49 mg/l	6,46	101 NTU
Tanino	368uC	1.042 mg/l	1.293 mg/l	>3,5 mg/l	6,58	50,5 NTU

Fonte: A Autora (2019)

Tabela 16- Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,2 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra composta)

Concentração 0,2 mg/L						
Coagulante	Cor	DBO	DQO	P	pH	Turbidez
Cloreto Férrico	1.047uC	1.077 mg/l	1.314 mg/l	1,28 mg/l	5,90	60,3 NTU
PAC	488uC	1.037 mg/l	1.264 mg/l	1,52 mg/l	6,17	18,7 NTU

Tanino	636uC	998 mg/l	1.246 mg/l	>3,5 mg/l	6,43	30,1 NTU
--------	-------	----------	------------	-----------	------	----------

Fonte: A Autora (2019)

Tabela 17-Valores dos parâmetros após tratamento do efluente com 0,3 mg/L de coagulante para os diferentes coagulantes (amostra composta)

Concentração 0,3 mg/L						
Coagulante	Cor	DBO	DQO	P	pH	Turbidez
Cloreto Férrico	506 uC	1.048 mg/l	1.277 mg/l	1,54 mg/l	5,71	21,3 NTU
PAC	244 uC	1.035 mg/l	1.263 mg/l	1,66 mg/l	5,77	9,12 NTU
Tanino	1.269 uC	1.070 mg/l	1.324 mg/l	>3,5 mg/l	5,93	72,6 NTU

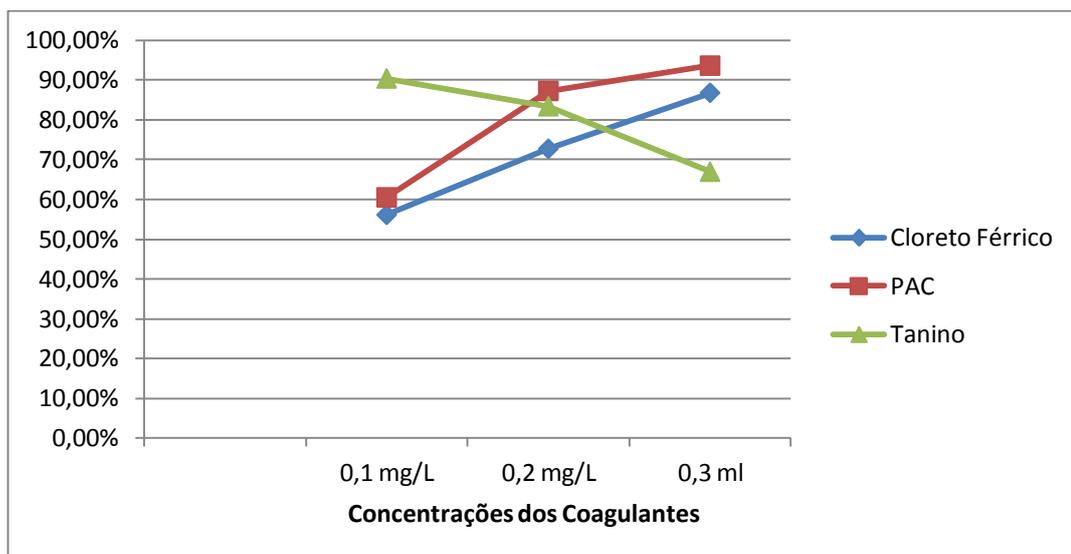
Fonte: A Autora (2019)

6.1 Grau da eficiência das amostras compostas

Nas figuras 13, 14 e 15 existe a relação gráfica demonstrando a remoção feita por cada coagulante de acordo com a concentração aplicada.

COR

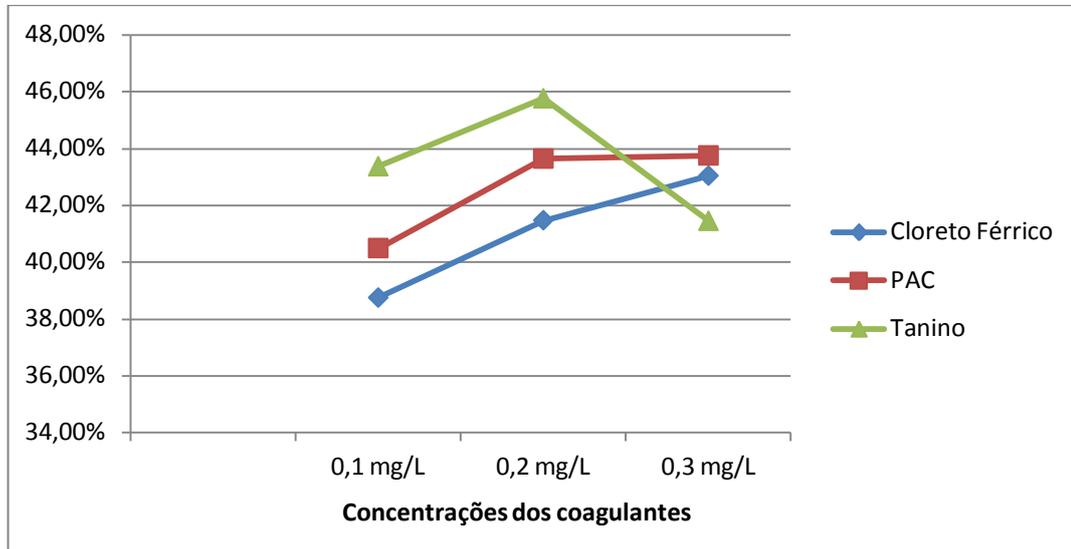
Figura 16 - Grau da eficiência referente à remoção da cor da amostra composta



Fonte: A Autora (2019)

DBO

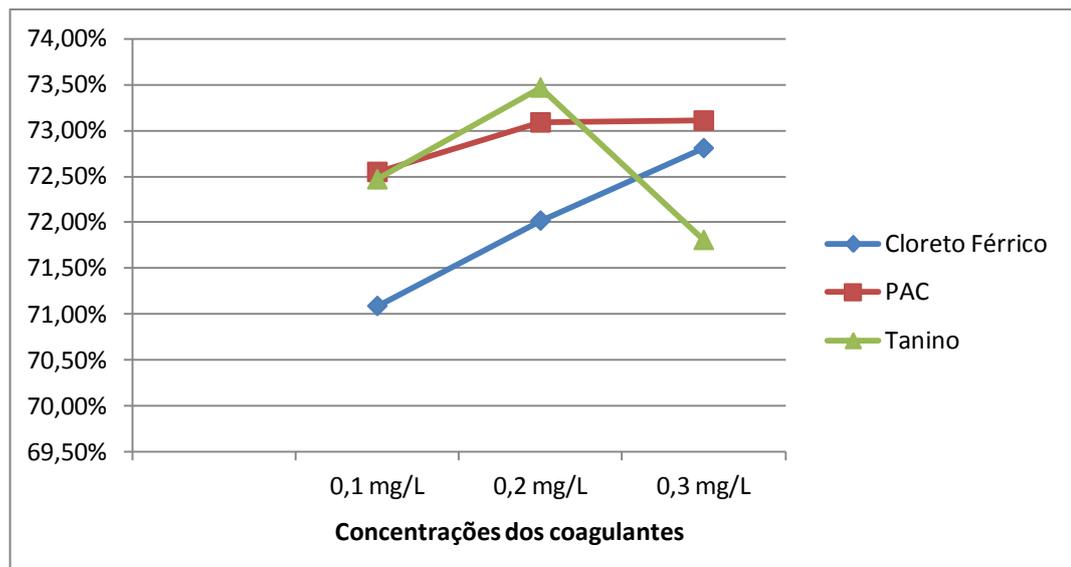
Figura 17 - Grau referente à DBO



Fonte: A Autora (2019)

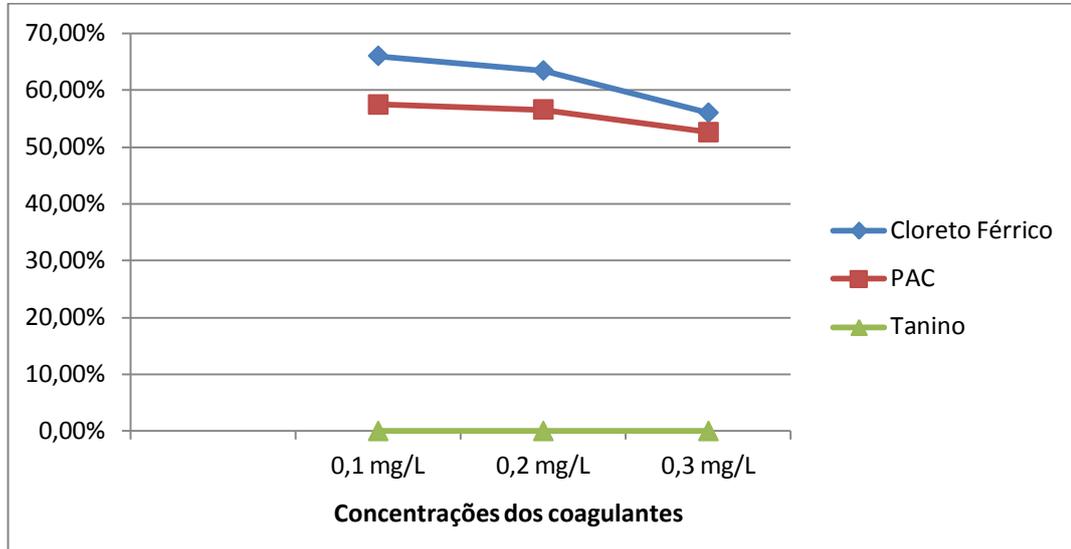
DQO

Figura 18 - Grau referente à DQO



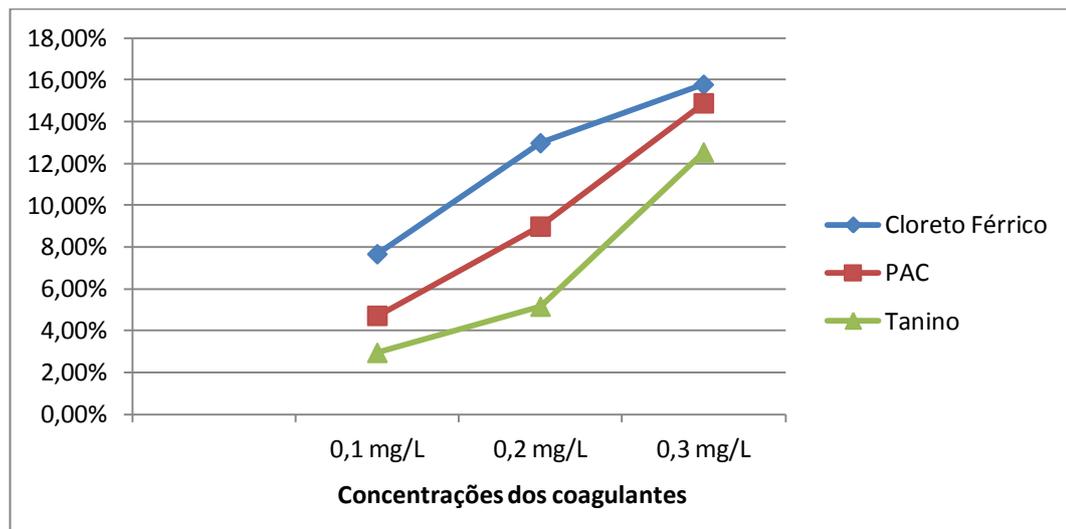
Fonte: A Autora (2019)

P

Figura 19 - Grau da eficiência referente à remoção do P

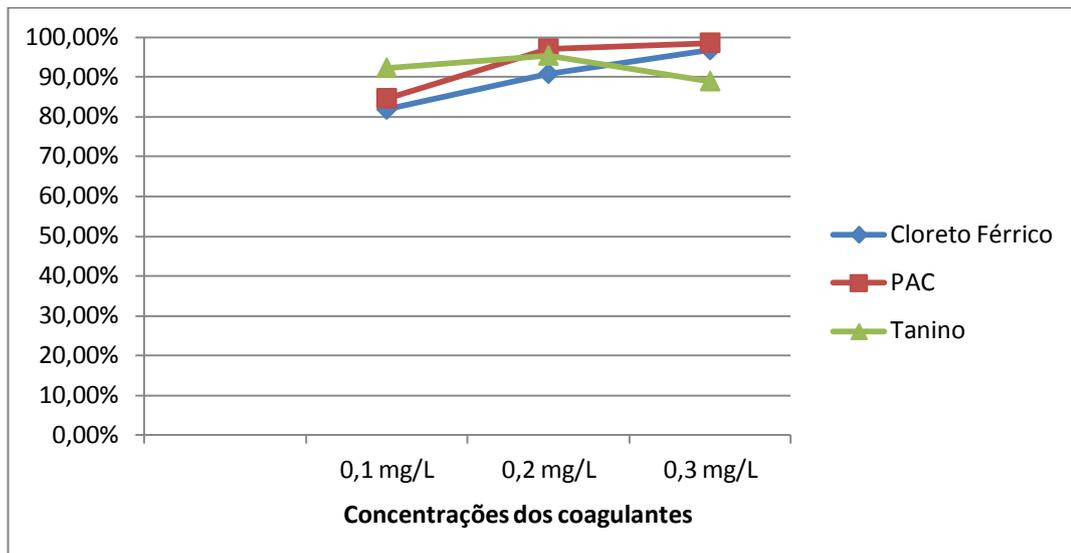
Fonte: A Autora (2019)

pH

Figura 20 - Gráfico demonstrando à alteração do pH

Fonte: A Autora (2019)

TURBIDEZ

Figura 21 - Grau da eficiência referente à remoção da turbidez

Fonte: A Autora (2019)

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

1. COR: Ao analisar aos três coagulantes foi notável que à medida que aumenta a concentração do Tanino, a tonalidade do efluente se altera bastante, tornando um tom muito escuro. O PAC torna o efluente mais límpido á medida que aumenta a concentração (nas medidas que foram analisadas) e o Cloreto Férrico também torna o efluente mais límpido, mas com menos eficiência que o PAC. Segundo Richter e Azevedo Netto (1991) quanto maior o pH mais intensa é a cor.
2. DBO: A degradação da matéria orgânica pela DBO não constatou diferenças tão significativas entre os coagulantes cloreto férrico e PAC, mas o tanino caiu sua eficiência na concentração de 0,3 ml de coagulante e nas concentrações de 0,1 e 0,2 mg/L ele teve grau de eficiência maior do que os demais coagulantes analisados.
3. DQO: Na análise de remoção de DQO foi constatada diferença significativa em relação ao tanino, ele foi perdendo a eficiência de remoção à medida que a concentração do coagulante foi aumentada. Segundo Von Sperling (1996), a DQO engloba as partículas dissolvidas e a presença de partículas coloidais. Portanto, a adição de agentes coagulantes contribuiu para a elevada remoção de material suspenso e também de material solúvel e coloidal. Mittal (2005) informa que as unidades de flotação podem alcançar faixas de redução de DQO de 32% a 90%.
4. P: Em relação ao P não houve alteração em relação ao Tanino, mas o PAC e Cloreto Férrico se mostraram mais eficientes na remoção quando utilizados em baixa concentração. A Resolução CONSEMA 128/2006 estabelece que um tratamento é considerado eficiente quando a remoção seja no mínimo 75% de fósforo do efluente bruto.
5. pH: O pH dos coagulantes é ácido, desta forma ao aumentar a concentração de coagulante no efluente ele torna-se mais ácido, porém nenhum dos três coagulantes analisados não ultrapassou o limite de pH contido no CONAMA 430/2011.
6. TURBIDEZ: O parâmetro da Turbidez segue resultado similar ao parâmetro da Cor. À medida que aumenta a concentração o PAC e Cloreto se mostram mais eficientes (nas medidas utilizadas), mas o Tanino eleva o nível de NTU quando aumenta a concentração.

7.1 Parâmetro ambiental

O tanino é um coagulante feito a partir de materiais naturais e ele atende as regulamentações da ONU em relação ao tratamento de águas e esgotos. Substituir coagulantes inorgânicos por coagulante orgânico é uma alternativa da química verde. O Brasil é um país que possui tecnologia para a produção da Acácia Negra e sendo assim é fundamental que essa tecnologia seja utilizada em prol da sustentabilidade.

O lodo da empresa Vossko do Brasil é destinado para compostagem e por este motivo no parâmetro ambiental o tanino por ser um coagulante orgânico é o mais indicado.

7.2 Parâmetro econômico

A tabela 18 contém dados sobre o valor do litro de cada coagulante e o valor do gasto diário para a empresa Vossko do Brasil.

Tabela 18-Parâmetro econômico dos coagulantes

Concentração 0,4 mg/L		
Coagulante	Preço por Litro	Gasto diário: 260l
Cloreto	R\$ 0,98	R\$ 254,80
PAC	R\$ 1,27	R\$ 330,20
Tanino	R\$ 3,25	R\$ 845,00

Fonte: Autora (2019)

O PAC é o melhor coagulante em relação ao custo-benefício, devido ter sido melhor do que o cloreto férrico em quase todos os parâmetros analisados. O tanino mesmo sendo eficiente em baixo-média concentração tem o custo muito elevado.

8 CONCLUSÃO

O crescente desenvolvimento das indústrias contribui e faz parte do mundo globalizado, mas para suprir toda a demanda da globalização é necessário gasto de recursos naturais, e um dos recursos mais utilizado é a água.

As indústrias devem fazer o descarte de um efluente com os devidos parâmetros de qualidade, diminuindo o impacto ambiental negativo e descartando conforme as Resoluções do CONAMA 357/2005 e 397/2008, assegurando assim que parâmetros que envolvem a qualidade do efluente devolvido ao meio ambiente estejam dentro dos padrões solicitados.

A utilização de coagulante na etapa do tratamento de um efluente industrial facilita a remoção das impurezas e torna o efluente mais límpido. O mercado dispõe de inúmeros coagulantes e cada um com sua particularidade e por isso é necessário que a empresa analise qual o coagulante é o melhor para tratar o efluente por ela gerado.

A empresa Vosso do Brasil trabalha com o termoprocessamento de carne de frango e essa atividade gera um volume diário de 650 mil litros de efluente e com o intuito de analisar qual seria o coagulante mais eficaz para o tratamento do efluente foi desenvolvido este trabalho de conclusão de curso que analisou três coagulantes (cloreto férrico, PAC e tanino). A Vosso do Brasil não é uma empresa filantrópica, por este motivo coagulante como tanino que apesar de ser orgânico, ainda foge da realidade de ser implantado em uma indústria devido o alto custo dele no mercado.

As análises realizadas com os coagulantes inorgânicos (cloreto férrico e PAC) mostraram melhores resultados nas variáveis analisadas à medida que aumentava a concentração (exceto o P). O coagulante orgânico (tanino da acácia negra) teve melhores resultados em todos os parâmetros quando sua concentração estava baixo-média.

Este trabalho de conclusão de curso analisou a etapa físico-químico do tratamento do efluente da empresa Vosso do Brasil e todos os parâmetros apresentados ainda passam por várias etapas de tratamento antes de ser devolvido ao meio ambiente. Entretanto, recomenda-se o PAC para ter uma boa eficiência de remoção no tratamento físico-químico devido os resultados obtidos nas análises efetuadas.

9 BIBLIOGRAFIA

BRAILE, P. M.; CAVALCANTI, J. E. W. A. 1993, Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais, CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo, Brasil.

CAVALCANTI, José Eduardo W. de A. Manual de Tratamento de Efluentes Industriais. Editora Técnica Ltda. Vol. 2., 2009.

CETESB. Variáveis de qualidade das águas. São Paulo. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/blog/category/legislacao/>. Acesso em: 21ago. 2019. Não paginado.

CONAMA (Brasil). Resolução no 357, de 17 de Marco de 2005. http://www.mp.sp.gov.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_federal/leg_fed_resolucoes/leg_fed_res_conama/Resolucao-CONAMA-357-2005-qualidade-agua.pdf. Acesso em julho de 2019.

CONAMA (Brasil). Resolução no 430, de 13 de Maio de 2011. http://www.mp.sp.gov.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_federal/leg_fed_resolucoes/leg_fed_res_conama/Resolucao-CONAMA-430-2011-qualidade-agua.pdf. Acesso em julho de 2019.

CRESPILHO, F. N.; SANTANA, C. G.; REZENDE, M. O.O. (2004). Brazilian industrial coconut wastewater treatment by electro-flotation. *Química Nova* 27, n.3.

DETERMINAÇÃO da Demanda Química de Oxigênio (DQO). Biblioteca, 13 jan. 2008. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/determinacao-da-demanda-quimica-de-oxigenio-dqo/>. Acesso em: 1 jun. 2019.

DETERMINAÇÃO da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Biblioteca, 09 nov. 2017. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/determinacao-da-demanda-quimica-de-oxigenio-dqo/>. Acesso em: 1 jun. 2019.

DI BERNARDO, L. ; DANTAS, A. D. B. . Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. 2. ed. São Carlos: Rima Editora, 2005. v. 2. 1584 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Indicadores 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecu>

aria/abate-leite-couro-ovos_201504_publ_completa.pdf. Acesso em: set 2019.

LIBÂNIO, Marcelo. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Editora Átomo. Vol. 4., 2016.

MARCONDES, JOSIANE. TRATAMENTO DE EFLUENTES. 2012. 49 f. TCC (Bacharel) - Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA., Assis, 2012. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0911290473.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Normas de Qualidade da Água para Consumo Humano. Portaria 518 de 25 de Março de 2004, Brasília, Brasil.

MITTAL, G.S. Treatment of Waste water from Abattoirs Before Land Application – a Review. *Biorsource Technology* XXX. v. 97, 1119-1135. 2005.

PUREWATER. POLICLORETO DE ALUMÍNIO. [S. l.], 23 abr. 2019. Disponível em: <http://purewaterfluentes.com.br/produtos/policloreto-de-aluminio.html>. Acesso em: 18 nov. 2019.

RICHTER, C.A.; AZEVEDO NETTO, J. (1991). Tratamento de água. Tecnologia atualizada. EDGARD BLÜCHER, São Paulo. ARNOLD, J. R. T. Administração de materiais: uma introdução. São Paulo: Atlas. 2008

SCHOENHALS, Marlise. Avaliação da Eficiência do Processo de Flotação Aplicado ao Tratamento Primário de Efluentes de Abatedouro Avícola. 2006. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2006.

SHIKLOMANOV, I. A. “World fresh water resources”, in *water in Crisis: A Guide to the World’s Fresh Water Resources*, P. H. Gleick, ed. (Oxford University Press, New York. 13-24 p, 1997)

VON SPERLING, M. (1996). Introdução a qualidade de água e ao tratamento de esgotos – princípio do tratamento biológico de águas residuárias. 2ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

VON SPERLING, M. (2006) Princípio do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Belo Horizonte. ed. 3. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

WOLF, C.R.; MALLMANN, A.S.; DOUMER, M.E.; MANGRICH, A.S. Ca Verde no Tratamento de Águas: Uso de Coagulante Derivado de Tanino de Acacia mearnsii. Tratamento de águas por polímero catiônico derivado de tanino, [s. l.], 17 jul. 2013. Disponível em: <http://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/425>. Acesso em: 23 out. 2019.