

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

ARTHUR SILVA LIBERATTI

**TRATAMENTO DE EFLUENTE DE ABATEDOURO AVÍCOLA
VISANDO O REÚSO DA ÁGUA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA

2018

ARTHUR SILVA LIBERATTI

**TRATAMENTO DE EFLUENTE DE ABATEDOURO AVÍCOLA
VISANDO O REÚSO DA ÁGUA**

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

Orientadora: Profa. Dra. Edilaine Regina Pereira.

Coorientadora: Profa. Dra. Joseane Débora Peruço Theodoro

LONDRINA

2018



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



TERMO DE APROVAÇÃO

Tratamento de efluente de abatedouro avícola visando o reúso da água

por

Arthur Silva Liberatti

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no dia 26 de novembro de 2018 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho (aprovado, aprovado com restrições ou reprovado).

Prof. Dr. Mauricio Moreira dos Santos
(UTFPR)

Profa. Dra. Joseane Debora Peruço Theodoro
(UTFPR)

Profa. Dra. Edilaine Regina Pereira
(UTFPR)
Orientadora

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

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos meus pais Maria Inês Liberatti e Ricardo Liberatti, ao meu irmão Lucas Liberatti, por sempre me mostrarem que a educação é o melhor caminho e por não medirem esforços para me ajudar.

Sou grato a todos os professores, sejam os quais eu fui aluno, e principalmente aqueles que muito se dedicam à arte de ensinar.

A professora Edilaine Regina Pereira, pela orientação e confiança depositada neste trabalho.

Aos professores Joseane Debora Peruço Theodoro e Mauricio Moreira Santos, por darem sugestões e ideias para o aprimoramento deste trabalho.

Agradeço a analista ambiental da empresa responsável por ceder o efluente utilizado neste estudo.

Por fim, gostaria de agradecer a todos os meus amigos que me ajudaram e incentivaram na conclusão desta jornada.

RESUMO

LIBERATTI, A. S. **Tratamento de efluente de abatedouro avícola visando o reúso da água**. 2018. 55 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2018.

Nos abatedouros avícolas, há uma demanda muito grande por água de boa qualidade e grande parte desse volume é eliminado em corpos receptores com alta carga de matéria orgânica e sólidos. Dessa maneira, as indústrias frigoríficas estão desenvolvendo estudos para reduzir o consumo dos recursos hídricos, bem como aplicar técnicas para a reutilização de água. Neste contexto, o presente trabalho avaliou a aplicação dos processos de tratamento (coagulação/floculação/sedimentação/filtração) utilizando o coagulante orgânico tanino e o coagulante inorgânico sulfato de alumínio ambos acompanhados ou não do polímero aniônico com o objetivo de avaliar a eficiência entre os coagulantes e de verificar a possibilidade de reúso da água. Sendo assim, foram realizados quatro tratamentos (S - aplicação de sulfato de alumínio; S+P - aplicação de sulfato de alumínio com polímero aniônico; T - aplicação de tanino e T+P - aplicação de tanino com polímero aniônico). Os parâmetros analisados foram: turbidez; cor aparente; condutividade elétrica; sólidos dissolvidos totais e pH. Em termos gerais o coagulante orgânico tanino (T) apresentou os melhores resultados, removendo após a filtração 99,6% de turbidez contra 98,2% do sulfato de alumínio (S), em relação a cor aparente o tanino (T) alcançou remoção de 95,5% após a filtração, enquanto o sulfato de alumínio (S) alcançou 91,7% de remoção. Já em relação ao parâmetro sólidos dissolvidos totais os coagulantes obtiveram melhores resultados com a auxílio do polímero aniônico, sendo o tratamento T+P o mais eficaz com 98,1% de remoção, enquanto o tratamento S+P alcançou 97,8% de remoção. O coagulante orgânico tanino se mostrou muito eficiente, podendo ser uma fonte alternativa no tratamento de água de reúso, pois além de apresentar melhores resultados em relação ao coagulante inorgânico, ele tem origem natural, não gera lodo tóxico ao final do processo, facilitando a disposição final dos resíduos oriundos do tratamento, sendo uma melhor escolha ao meio ambiente e aos seres humanos.

Palavras-chave: efluente, reúso da água, tanino, sulfato de alumínio, polímero aniônico.

ABSTRACT

LIBERATTI, A. S. **Treatment of poultry slaughterhouse effluent for water reuse.** 2018. 55 p. Completion of Course Work (Degree in Environmental Engineering), Federal Technological University of Paraná. Londrina, 2018.

In poultry slaughterhouse, there is a very large demand for good quality water and much of that volume is disposed of in waterbodies with high organic matter and solids. In this way, the packing plants are developing studies to reduce the consumption of water resources, as well as to apply techniques for the reuse of water. In this context, the present work evaluated the application of the treatment processes (coagulation / flocculation / sedimentation / filtration) using the organic coagulant tannin and the inorganic aluminum sulfate coagulant, both with and without the anionic polymer, with the objective of evaluating the efficiency between the coagulants and to verify the possibility of water reuse. Therefore, four treatments were performed (S - application of aluminum sulfate, S+P - application of aluminum sulfate with anionic polymer, T - application of tannin and T+P - application of tannin with anionic polymer). The analyzed parameters were: turbidity; apparent color; electric conductivity; total dissolved solids and pH. In general terms, the organic coagulant tannin (T) presented the best results, removing after filtration 99.6% of turbidity against 98.2% of the aluminum sulfate (S), in relation to the apparent color the tannin (T) reached removal of 95.5% after filtration, while aluminum sulfate (S) achieved 91.7% removal. In relation to the total dissolved solids parameter, the coagulants obtained better results with the aid of the anionic polymer, with the T+P treatment being the most effective with 98.1% of removal, while the S+P treatment reached 97.8% of removal. The organic tannin coagulant proved to be very efficient and could be an alternative source in the treatment of reuse water, since besides presenting better results in relation to the inorganic coagulant, it has natural origin, does not generate toxic sludge at the end of the process, facilitating the final disposal of waste from the treatment, being a better choice for the environment and humans.

Key-words: effluent, water reuse, tannin, aluminum sulfate, anionic polymer.

Lista de Figuras

Figura 1 - Processos no abate de frangos.....	15
Figura 2 - Ponto de coleta do efluente	27
Figura 3 - Jar-test e filtros de areia utilizados no experimento	29
Figura 4 - Comportamento da condutividade elétrica durante a sedimentação e ao final da filtração	32
Figura 5 - Remoção da cor durante os tempos de sedimentação e após a filtração.	35
Figura 6 - Remoção da turbidez durante os tempos de sedimentação e após a filtração.....	38
Figura 7 - Flocos aglutinados na haste do Jar-Test	39
Figura 8 - Comportamento do pH durante a sedimentação e ao final da filtração.....	42
Figura 9 - Remoção de sólidos dissolvidos durante os tempos de sedimentação e após a filtração	45

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Classes de água de reúso pela NBR-13.969	19
Tabela 2 - Padrões de qualidade para água de reúso pela NBR 13.969	19
Tabela 3 - Padrões físico-químicos para análise da potabilidade da água nas áreas de produção.....	21
Tabela 4 - Características gerais de águas residuárias de frigorífico	24
Tabela 5 - Parâmetros analisados, equipamentos e metodologia.....	30
Tabela 6 - Caracterização do efluente bruto	31
Tabela 7 - Variação da condutividade elétrica durante os tempos de sedimentação e após a filtração	32
Tabela 8 - Resultados da análise de variância para a Condutividade Elétrica	33
Tabela 9 - Teste de Tukey em relação ao tempo para condutividade elétrica	34
Tabela 10 - Teste de Tukey em relação aos coagulantes para condutividade elétrica	34
Tabela 11 - Variação da cor durante os tempos de sedimentação e após a filtração	35
Tabela 12 - Resultados da análise de variância para a cor.....	36
Tabela 13 - Teste de Tukey em relação ao tempo para cor	37
Tabela 14 - Teste de Tukey em relação aos coagulantes para cor.....	37
Tabela 15 - Variação da turbidez durante os tempos de sedimentação e após a filtração.....	38
Tabela 16 - Resultados da análise de variância para a turbidez.....	40
Tabela 17 - Teste de Tukey em relação ao tempo para turbidez	40
Tabela 18 - Teste de Tukey em relação aos coagulantes para turbidez	41
Tabela 19 - Variação do pH durante os tempos de sedimentação e após a filtração	41
Tabela 20 - Resultados da análise de variância para o pH	43
Tabela 21 - Teste de Tukey em relação ao tempo para pH	43
Tabela 22 - Teste de Tukey em relação aos coagulantes para o pH	44
Tabela 23 - Variação de sólidos dissolvidos durante os tempos de sedimentação e após a filtração	44
Tabela 24 - Resultados da análise de variância para sólidos dissolvidos.	46

Tabela 25 - Teste de Tukey em relação ao tempo para sólidos dissolvidos	46
Tabela 26 - Teste de Tukey em relação aos coagulantes para os sólidos dissolvidos	47
Tabela 27 - Comparação dos resultados com os parâmetros da NBR 13.969/97.....	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3 REFERENCIAL TEORICO.....	14
3.1 PANORAMA DA INDÚSTRIA FRIGORÍFICA NO BRASIL E NO MUNDO.....	14
3.2 PROCESSO INDUSTRIAL ABATE DE FRANGO	15
3.3 GESTÃO E REÚSO DA ÁGUA INDUSTRIAL	17
3.3.1 LEGISLAÇÃO APLICADA AO REUSO DA ÁGUA	18
3.4 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	20
3.4.1 LEGISLAÇÃO APLICADA AOS FRIGORÍFICOS.....	20
3.5 EFLUENTES LÍQUIDOS EM ABATEDOURO DE AVES	23
3.6 TRATAMENTO DE EFLUENTES.....	24
3.6.1 SULFATO DE ALUMÍNIO.....	25
3.6.2 TANINO	26
4 MATERIAL E METODOS	27
4.1 COLETA DO EFLUENTE	27
4.2 PREPARO DAS SOLUÇÕES.....	27
4.3 PRÉ- ENSAIO	28
4.4 COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO/SEDIMENTAÇÃO	28
4.5 FILTRAÇÃO	29
4.6 ANÁLISE DOS PARÂMETROS	30
4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	30
4.8 EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	32
5.1.1 Análise Estatística para a Condutividade Elétrica.....	33

5.2 COR APARENTE.....	35
5.2.1 Análise Estatística para a Cor Aparente.....	36
5.3 TURBIDEZ.....	38
5.3.1 Análise Estatística para a Turbidez.....	39
5.4 pH.....	41
5.4.1 Análise Estatística para o pH.....	43
5.5 SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS.....	44
5.5.1 Análise Estatística para a Sólidos Dissolvidos Totais.....	46
5.6 AVALIAÇÃO DA ÁGUA DE REÚSO.....	46
6 CONCLUSÃO	48
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

1 INTRODUÇÃO

A indústria avícola brasileira tem contribuído de forma significativa para o crescimento da economia do país, tendo se destacado em todo mundo pelos valores de produtividade e abate, apresentando altos índices de crescimento nas últimas três décadas. O País se tornou o segundo produtor mundial e líder em exportação, a carne nacional é exportada para 143 países sendo contabilizados 4.384 mil toneladas por ano (ABPA, 2017).

Nas indústrias, há uma demanda muito grande por água de boa qualidade e grande parte desse volume será eliminado para corpos receptores com alta carga de matéria orgânica e sólidos, motivo pelo qual a maioria das indústrias possuem estações de tratamento de efluentes, visando minimizar os danos aos corpos hídricos. No entanto, esse volume de água poderia ser reaproveitado de alguma forma nos processos industriais e gerar uma economia no uso desses recursos (BRAGA, 2002).

Os componentes presentes nos efluentes industriais não são capazes de serem removidos pela simples separação física. Sendo assim, necessária a aplicação de um tratamento físico-químico com o objetivo de desestabilização dos colóides por coagulação/floculação, e separação das fases por sedimentação ou flotação (GHANDI, 2005).

Com esse consumo excessivo de água, as indústrias frigoríficas estão desenvolvendo estudos para reduzir o consumo dos recursos hídricos, bem como aplicar técnicas para a reutilização de água nos próprios processos produtivos, com isso diminuindo o lançamento de efluentes e reduzindo os custos.

Diante disso, este trabalho apresenta alternativas para o tratamento do efluente secundário da indústria visando o seu reuso, com técnicas que agridam menos o meio ambiente, verificando a eficiência do tanino em relação ao sulfato de alumínio, nos processos de tratamento deste efluente, analisando e qualificando a água gerada no final do processo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência dos coagulantes Sulfato de Alumínio, Tanino e de uma mistura de Sulfato de Alumínio com Polímero Aniônico e tanino com Polímero Aniônico, nos processos de coagulação/floculação/sedimentação/filtração, aplicados no tratamento de efluente de um abatedouro avícola visando o reúso.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Acompanhar o comportamento dos parâmetros pH e condutividade elétrica.
- Analisar a eficiência de remoção dos parâmetros turbidez, cor aparente e sólidos dissolvidos totais.
- Comparar os resultados com os padrões de qualidade da água de reúso previstos na norma brasileira NBR 13.969/1997.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PANORAMA DA INDÚSTRIA FRIGORÍFICA NO BRASIL E NO MUNDO

Segundo Canever (1997), a criação de aves para a produção de alimentos, passou por uma grande evolução nas últimas décadas. Através do processo de industrialização, a avicultura passou da produção de subsistência para produção em grande escala. Os Estados Unidos foi o precursor na comercialização de aves, especialmente depois da Segunda Guerra Mundial, quando ocorreu uma falta da carne bovina no mercado. No Brasil esse processo de industrialização só teve início na década de 1970.

No Brasil quem avalia a qualidade na produção de alimentos de origem animal é o Serviço de Inspeção Federal (S.I.F). Antes de 1970 havia apenas 4 empresas certificadas pelo S.I.F, este número passou para 80 no final da década de 70 e 116 no final dos anos 80 e atualmente o S.I.F está presente em mais de 5 mil estabelecimentos, e os produtos de origem animal brasileiros são exportados para mais de 180 países (MAPA, 2018).

Nas últimas décadas, a produção de aves no Brasil tem apresentado altos índices de crescimento, advinda da conquista de mercados mais exigentes. O país se tornou o segundo produtor mundial e líder em exportação. Atualmente, o Brasil exporta para mais de 143 países, sendo contabilizados 4.384 mil toneladas por ano (ABPA, 2017).

A produção da carne brasileira de frango chegou a 13.440 mil toneladas em 2017, apresentando um crescimento de 3,9% em relação a 2016. Com esse aumento gradual de produção a cada ano, o Brasil conseguiu passar a China em 2015 e se tornou o segundo maior produtor de frango, perdendo apenas para os Estados Unidos (MAPA, 2017).

Nos próximos dez anos, a produção da carne de frango no Brasil é a que terá a maior taxa de crescimento, alcançando crescimento de 33,4%, ou seja 2,8% ao ano, passando de 13.440 mil toneladas em 2017, para 17.930 mil toneladas em 2027 (MAPA, 2017).

Do volume total de frangos produzidos no Brasil no ano de 2016, 33,41% foram destinados para o mercado externo, e 66,58% para o consumo interno. Desta

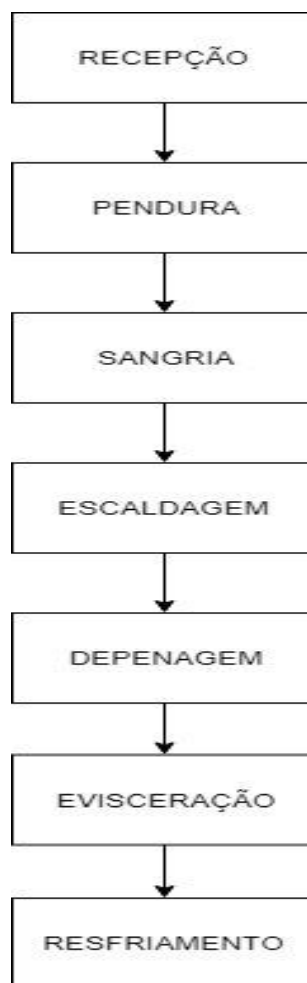
forma, o consumo per capita foi de 41,10 kg por habitante, sendo menor que nos anos antecedentes, isso por conta do aumento na exportação (ABPA, 2017).

3.2 PROCESSO INDUSTRIAL ABATE DE FRANGO

O frango passa por várias etapas antes de chegar à mesa dos consumidores, processos que se iniciam no campo, passam pela indústria para então serem disponibilizados para compra.

Os processos de abate dos frangos estão representados no fluxograma da Figura 1:

Figura 1: Fluxograma dos processos no abate de frangos.



Fonte: Autoria própria

Os processos de abate dos frangos estão divididos em:

- **Recepção:** As aves são transportadas dentro de gaiolas até o frigorífico através de caminhões, ao chegar ao frigorífico elas são expostas a chuveiros, ventiladores e nebulizadores, a fim de aumentar o conforto e consequentemente reduzir a mortalidade. As aves mortas ou doentes são levadas para produção de farinhas utilizadas na indústria de ração (MATSUMURA, 2007).
- **Pendura:** Após a recepção, as aves são levadas para plataforma, onde são retiradas das gaiolas e penduradas pelos pés em ganchos que as levaram diretamente para o abate. As gaiolas são lavadas e retornadas aos caminhões (OLIVO, 2006).
- **Sangria:** As aves são levadas para uma máquina que realiza um corte automatizado na jugular, e seguem para um tanque de sangria, onde ficam por um tempo de 3 minutos, o sangue escorre por canaletas seguindo para a fábrica de farinhas ou comercialização (MATSUMURA, 2007). Nesta etapa uma melhor remoção de sangue significa maiores vantagens econômicas e menores gerações de resíduos (FERNANDES, 2004).
- **Escaldagem:** Nesta etapa que ocorre a primeira lavagem da ave, através da imersão em tanques com água a 58°C por 90 a 120 segundos (MATSUMURA, 2007). Na escaldagem ocorre a redução da carga microbiana e a facilitação do processo de depenagem. O consumo de água nesta etapa é muito alto chegando a 10 L/ave, e seu efluente é rico em matéria orgânica devido a presença de gordura e sangue nas penas (DA SILVA, 2005).
- **Depenagem:** A remoção das penas ocorre em um processo automatizado com cilindros rotativos e chuveiros lançando água continuamente, as penas são depositadas em canaletas e levadas com a água utilizada no processo até peneiras, que fazem a separação das penas e do efluente do processo, a pena separada é levada em caminhões até a fábrica de farinhas (MATSUMURA, 2007).
- **Evisceração:** Nesta etapa ocorre a separação dos miúdos, a retirada das vísceras e dos pulmões por um processo automatizado. Os miúdos comestíveis são selecionados e levados para o resfriamento, enquanto as

vísceras são transportadas para a fábrica de farinhas. Após a retirada dos órgãos internos as aves recebem jatos de água a fim de retirar todos os resíduos (MATSUMURA, 2007). O efluente gerado no transporte de miúdos corresponde à cerca de 1/3 da carga poluente do abatedouro (FERNANDES, 2004).

- **Resfriamento:** Este processo tem como objetivo a redução mínima da atividade microbiana. As aves caem em um tanque aberto chamado de Pré-Chiller, onde ficam por aproximadamente 30 minutos a uma temperatura de 16°C, após este passo elas são levadas para o Chiller, onde a temperatura máxima da água é de 4°C (OLIVO, 2006). O Pré-Chiller deve ter renovação contínua de água na proporção de 1,5 L/ave e no Chiller de 1,0 L/ave (EBERT, 2007).

Após estes processos as aves seguem para a etapa de gotejamento, no qual ocorre a retirada da água em excesso e então para os setores de cortes/ embalagem, congelamento/expedição e armazenamento, onde a quantidade de água utilizada é expressivamente menor do que nos processos descritos anteriormente.

3.3 GESTÃO E REÚSO DA ÁGUA INDUSTRIAL

A água é um recurso frágil, finito e que possui um valor econômico, indispensável para o desenvolvimento da vida, e prosperidade do meio ambiente (ICWE, 1992). Sendo um bem tão precioso e fundamental para sobrevivência dos seres vivos, é necessário fazer seu uso de forma racional e garantir a sua preservação.

Sendo o setor industrial um dos principais usuários de água, é fundamental que suas atividades sejam realizadas de forma sustentável, adotando medidas como o uso racional e eficiente desse recurso (FIESP/CIESP, 2004). Deste modo, é de suma importância que as empresas invistam em atividades com o propósito de racionalizar a água, conscientizando seus colaboradores e visando um consumo cada vez mais eficiente no ambiente industrial.

As atividades industriais são as grandes responsáveis pela contaminação das águas naturais, devido à grande geração de efluentes com alto teor de matéria

orgânica, e também a periculosidade de seu lançamento em mananciais sem o tratamento prévio (KUNZ et al., 2002).

A indústria frigorífica e abatedouros apresentam grandes danos ambientais, o consumo de água por animal abatido é muito elevado, variando de acordo com a espécie e o setor empregado, o consumo gira em torno de 1,0 a 8,3 m³ (CAIXETA et al., 2002). A maior parte deste material é descartada como águas residuárias, com volumes de 0,4 a 3,2 m³ por animal abatido (CAMMAROTA; FREIRE, 2006).

Nos frigoríficos avícolas, o consumo chega a ser ainda maior, devido às etapas de pré-resfriamento e resfriamento, nos equipamentos de chiller e pré-chillers, que tem por objetivo fazer a purificação do frango e garantir a atividade mínima microbiana, gerando grandes quantidades de efluentes em torno de 2,5 L ave⁻¹ (NUNES, 1998).

Em todo Brasil, vem se espalhando a prática de conservação e reúso de água, que significa basicamente a gestão da demanda, isto é, otimizações no uso de água na empresa, diminuindo o volume de água a ser captado e também em fontes alternativas de água. A gestão da demanda se inicia através de um plano hídrico em toda a empresa, especificando o consumo de água em cada setor, evidenciando os setores com maiores gastos, e propondo medidas de remediação para esse consumo excessivo. Seja pelo reúso da água aproveitando o efluente gerado na própria indústria, ou no aproveitamento de águas pluviais de telhados ou pátios internos (FIRJAN, 2006).

3.3.1 Legislação Aplicada ao Reuso da Água

A partir da Constituição de 1988, foi instituída a Lei no 9.433 de 1997 – Política Nacional de Recursos Hídricos que define a água como um bem de domínio público, um recurso natural limitado e dotado de valor econômico. Dentre os instrumentos de gestão dos recursos hídricos desta lei, está a outorga e a cobrança pelo direito de uso da água. A Política Nacional de Recursos Hídricos, ao instituir os fundamentos da gestão dos recursos hídricos, abriu a possibilidade jurídica e econômica para o reúso da água, como uma maneira de utilização racional e de preservação ambiental (GERLOFF, 2008 e LEITE, 2003).

A fim de implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos, foi criado a Agência Nacional das Águas pela Lei Federal 9.984 de 2000, autarquia relacionada ao Ministério do Meio Ambiente.

Em 1997 foi criada a primeira regulamentação brasileira relacionada ao reúso da água, a norma técnica NBR-13.696, onde apresentou parâmetros a serem seguidos na reutilização de água provenientes do esgoto doméstico ou de características similares, definindo 4 classes de água de reúso e seus respectivos padrões de qualidade (FIRJAN/SEBRAE, 2007), de acordo com as Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Classes de água de reúso pela NBR-13.969.

Classe	Usos previstos
1	Lavagem de carros e outros usos que requerem contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis.
2	Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção de lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes.
3	Descarga em vasos sanitários.
4	Irrigação de pomares, cereais, forragens, pastagem para gado e outros cultivos.

Fonte: Adaptado de ABNT (1997).

Tabela 2 - Padrões de qualidade para água de reúso pela NBR 13.969.

Classe	Parâmetros		
	Turbidez (NTU)	SDT (mg L ⁻¹)	pH
1	< 5	< 200	6 a 8
2	< 5	NE	NE
3	< 5	NE	NE
4	NE	NE	NE

Fonte: Adaptado de ABNT (1997).

Obs: SDT: Sólidos dissolvidos totais; NE: Não existente; NTU= Unidades Nefelométricas de Turbidez.

Segundo o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (2005), através da resolução 54, classificou cinco modalidades para a prática de reúso direto de água não potável, sendo:

- Reúso para fins agrícolas e florestais;

- Reúso para fins industriais;
- Reúso para fins urbanos;
- Reúso para fins ambientais e
- Reúso na aquicultura.

3.4 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

3.4.1 Legislação Aplicada aos Frigoríficos

Atualmente no Brasil, o Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA) é o órgão responsável por fazer a fiscalização higiênico-sanitárias de abatedouros e frigoríficos de aves. Anexo ao DIPOA está o Sistema de Inspeção Federal (SIF) responsável por analisar a qualidade da água de abastecimento na fabricação de produtos de origem animal (MAPA, 2017).

As seguintes regulamentações brasileiras relativas à qualidade da água são aplicadas aos frigoríficos e abatedouros de aves:

- O inciso XXII, art. 42 do Decreto nº 9.013/2017, determina que os estabelecimentos de produtos de origem animal devem dispor de água potável nas áreas de produção industrial.
- O Decreto nº 79.367, de 9 de março de 1977 e o Decreto 7.217, de 21 de junho de 2010, atribuem ao Ministério da Saúde a competência para estabelecer o padrão de potabilidade da água.
- A Portaria de Consolidação MS-GM nº 5, de 28/09/17, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
- A água de abastecimento dos estabelecimentos registrados no SIF pode ser proveniente de rede de distribuição (designado como sistema de abastecimento de água, podendo ser público ou privado) ou de captação subterrânea ou superficial (considerado como uma solução alternativa coletiva para abastecimento de água).
- De acordo com a Portaria de Consolidação MS-GM nº 5, de 28/09/17, entre as competências dos responsáveis pelo sistema de abastecimento de água e pela solução alternativa coletiva para abastecimento de água estão o controle da qualidade da água e a realização de análises

laboratoriais conforme plano de amostragem estabelecido pela referida portaria.

As Tabelas 3 mostra os padrões físico-químicos e microbiológicos que são fiscalizados nas áreas de produção, a fim de verificar a potabilidade da água.

Tabela 3. Padrões físico-químicos para análise da potabilidade da água nas áreas de produção.

Parâmetro	Valor máximo permitido	Unidade
Cor verdadeira	15	(mg PtCo.L ⁻¹)
Cloro residual livre	2	mgL ⁻¹
pH	6,0 a 9.5	-
Turbidez	5	NTU

Fonte: Adaptado MS/GM (2017).

O Ministério Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através da portaria 210/1998, complementa os requisitos apresentados no Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) com o seguinte trecho, extraído do ANEXO II – Instalações e equipamentos relacionados com a técnica de inspeção "ante mortem" e "post mortem":

- **CONSIDERAÇÕES GERAIS QUANTO ÀS INSTALAÇÕES:**
3.2.3. Não será permitido o retorno das águas servidas. Permitir-se-á a confluência da rede das águas servidas dos pré-resfriadores para condução de outros resíduos não comestíveis, desde que comprovadamente tais conexões não promovam nenhum inconveniente tecnológico e higiênico sanitário.
- **EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS:**
11.1.4.2. A água consumida em todo o estabelecimento, qualquer que seja o seu emprego, deverá apresentar obrigatoriamente as características de potabilidade especificadas no artigo 62, do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA. Será compulsoriamente clorada com garantia de sua inocuidade microbiológica, independente de sua procedência (água de superfície, represadas, nascentes, poços

comuns ou tubulares profundos, rede pública de abastecimento). A cloração obrigatória, aqui referida, não exclui, obviamente, o prévio tratamento químico (floculação, sedimentação, filtração e neutralização), tecnicamente exigido para certas águas impuras, notadamente as de superfície e de cuja necessidade julgará a Inspeção Federal.

De acordo com a Portaria SVS/MS 326/1997 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, a indústria de alimentos deve seguir as seguintes normas em relação a qualidade da água:

- REQUISITOS DE HIGIENE NA PRODUÇÃO
- 8.3 - Uso da água:
- 8.3.1 - Como princípio geral na manipulação de alimentos somente deve ser utilizada água potável. 8.3.2 - Pode ser utilizada água não potável para a produção de vapor, sistema de refrigeração, controle de incêndio e outros fins análogos não relacionados com alimentos, com a aprovação do órgão competente. 8.3.3 - A água recirculada para ser reutilizada novamente dentro de um estabelecimento deverá ser tratada e mantida em condições tais que seu uso não possa representar um risco para a saúde. O processo de tratamento deve ser mantido sob constante vigilância. Por outro lado, a água recirculada que não tenha recebido tratamento posterior pode ser utilizada nas condições em que o seu emprego não constitua um risco para saúde e nem contamine a matéria-prima nem o produto final. Deve haver um sistema separado de distribuição que possa ser identificado facilmente, para a utilização da água recirculada. Qualquer controle de tratamento para a utilização da água recirculada em qualquer processo de elaboração de alimentos deve ter sua eficácia comprovada e deve ter sido prevista nas boas práticas adotadas pelo estabelecimento e devidamente aprovadas pelo organismo oficialmente competente (...).

A Portaria da Vigilância Sanitária, oposta a Portaria do Ministério Agricultura, possibilita a utilização de água de reúso no ambiente industrial, desde que, receba

tratamento adequado e se enquadre novamente aos padrões de potabilidade da Portaria de Consolidação MS-GM nº 5, de 28/09/17.

3.5 EFLUENTES LÍQUIDOS EM ABATEDOURO DE AVES

Segundo Foresti (1978), o desenvolvimento tecnológico possibilitou uma expansão dos abatedouros, ampliando a produção de frangos e aumentando a quantidade de efluentes despejados e, conseqüentemente um crescimento dos problemas de poluição ocasionadas por este tipo de despejo.

Muitas são as regiões com abatedouros de alta capacidade de abate que não possuem corpos receptores do despejo com capacidade de absorção da carga orgânica decorrente do lançamento, sem tratamento prévio dessas águas residuárias. Com a criação de leis e aumento na fiscalização dos efluentes de frigoríficos, existem hoje tecnologias com o propósito de realizar este tratamento prévio (HÜBNER, 2001).

Embora os abatedouros avícolas possuam uma grande similaridade no processo produtivo, pequenas mudanças nos tipos de cortes da carne e seus diferentes produtos finais, causam mudanças nas características físico-químicas do efluente bruto (OLIVO, 2006).

De maneira geral, a água residuária dos frigoríficos avícolas é composta de gordura, material proteico, ossos, sangue e penas. Antes de chegar à Estação de Tratamento de Efluentes, o que determina a qualidade do efluente são a segregação das penas, vísceras, ossos e sangue. Sendo fundamental que ocorra essas separações para um tratamento eficiente e redução dos produtos químicos utilizados.

Um dos principais contribuintes para o aumento da carga orgânica do efluente é o sangue, com uma demanda química de oxigênio (DQO) total de aproximadamente 375.000 mg L⁻¹, sendo também o maior contribuinte de nitrogênio, estimando-se que entre 15% a 20% do sangue seja descartado como efluente (CHILE, 1998).

A Tabela 4 apresenta as principais características deste tipo de despejo, resultantes da análise de efluentes de alguns frigoríficos avícolas.

Tabela 4. Características gerais de águas residuárias de frigorífico

Parâmetro	Faixa	Média
COT (mg L ⁻¹)	70-1200	546
DBO (mg L ⁻¹)	3979-7125	5398
DQO (mg L ⁻¹)	500-15900	4221
Nitrogênio total (mg L ⁻¹)	50-841	427
Sólidos suspensos totais (mg L ⁻¹)	270-6400	1164
pH	4,90-8,10	6,95
Fósforo total (mg L ⁻¹)	25-200	50
Potássio	0,01-100	90
Cor aparente (mg PtCo.L ⁻¹)	175-400	290
Turbidez (NTU)	200-300	275

Fonte: Camargo (2016).

Onde: COT= Carbono orgânico total; DBO= Demanda bioquímica de oxigênio.

3.6 TRATAMENTO DE EFLUENTES

Na maior parte dos casos, o funcionamento de uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) envolve as etapas de tratamento primário (processo físico-químico), tratamento secundário (processo biológico) e tratamento terciário (CARVALHO, 2003).

O tratamento de efluentes objetivando o reúso, na maioria das vezes faz a utilização das mesmas tecnologias usadas no tratamento de água e efluentes, porém, em certos casos, processos de tratamento adicionais são necessários, para remoção de contaminantes específicos e para inativação de microrganismos patogênicos (METCALF e EDDY, 2003).

O processo de tratamento de efluentes tem como etapa inicial o tratamento primário, com eficiência esperada de 50% para remoção de sólidos suspensos, 25 a 50% de DBO, 10 a 20% de nitrogênio orgânico e aproximadamente 10% de fósforo. É nessa etapa que ocorre os processos físico-químicos com adição de coagulantes e

floculantes, para separação sólido/líquido. Subsequentemente ocorre o processo de sedimentação, removendo as partículas maiores do que 30 μm . Para a maior parte das aplicações de reúso industrial, o tratamento primário é insuficiente para atender os padrões de qualidade necessários (LEVINE et al, 2002).

O sistema de tratamento secundário promove uma adequada remoção de matéria orgânica biodegradável, com a remoção de sólidos coloidais, dissolvidos e emulsionados, principalmente por ação biológica, devido à característica do conteúdo remanescente dos efluentes do tratamento primário. Nesta etapa é comumente empregado o uso de lagoas anaeróbicas, também ocorrendo a utilização de processos anaeróbios de contato, filtros anaeróbios e digestores anaeróbios de fluxo ascendente (CETESB, 2008). O tratamento secundário é frequentemente suplementado por filtração, para remoção adicional de partículas e desinfecção, tornando-se adequado para reúso em muitos processos industriais (LEVINE et al, 2002).

O tratamento terciário só é necessário se o efluente final não atender às exigências ambientais locais, o tratamento promove a remoção suplementar de sólidos, de nutrientes (nitrogênio, fósforo) e de organismos patogênicos. Podem ser utilizados sistemas associados de nitrificação-desnitrificação, filtros e sistemas biológicos ou físico-químicos (CETESB, 2008).

3.6.1 SULFATO DE ALUMÍNIO

O sulfato de alumínio é um dos coagulantes inorgânicos mais produzidos e utilizados no Brasil, pois tem facilidade no manejo e armazenamento, alta eficiência e baixo custo. Ele é obtido pelo contado do ácido sulfúrico com a bauxita, tendo sua fórmula final $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Apresenta-se solúvel em água e possui eficiente coagulação em faixas de pH que vão de 5,5 a 8,0 (FRANCO, 2009).

A utilização de coagulantes inorgânicos com base no elemento químico alumínio traz problemas com a disposição final do lodo gerado no processo de tratamento, isso se dá pela geração do cátion Al^{3+} que apresenta efeitos nocivos à saúde (MONACO et al., 2010).

3.6.2 TANINO

O tanino é um composto polihidroxidofenólico, são constituídos por polifenóis simples, aminoácidos, carboidratos e gomas hidroxidolodais. Ele é extraído de arvores de grande e pequeno porte, podendo ser encontrado em raízes, galhos, folhas, frutos, flores, no entanto a parte mais utilizada para retirada do tanino é a casca (SILVA, 1999).

Segundo Mangrich (2014) o tanino é extraído da *Acacia mearnsii* de Wildemann ou acácia negra, planta de origem australiana cultivada no Brasil somente no estado do Rio Grande do Sul.

O tanino depois de extraído passa por um processo de cationização, apresentando características que possibilitam a aplicação em processos de tratamento como coagulação e floculação, possuindo também solubilidade em água, propriedades eletrolíticas e adequado peso molecular (SILVA, 1999).

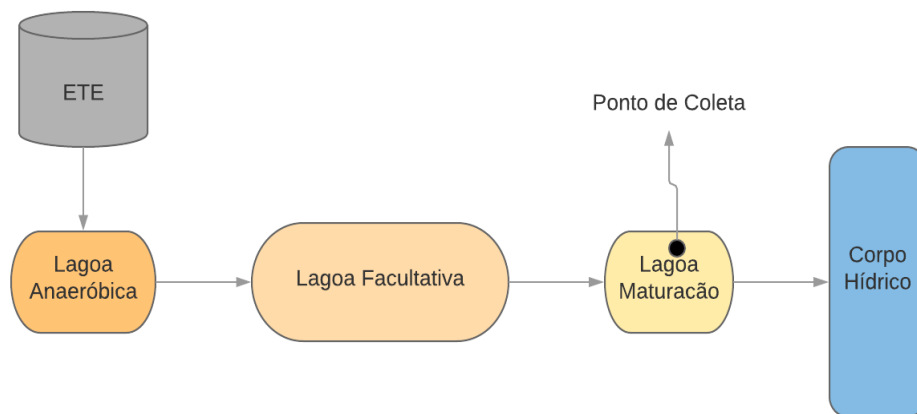
A aplicação de coagulante de origem orgânica a base de tanino no tratamento de efluentes industriais e de água destinada ao consumo humano, tem apresentado efeitos benéficos, pois é uma matéria prima renovável com menor custo e baixa contribuição de ânions de sulfatos ao resíduo do tratamento, produzindo um lodo orgânico com maior facilidade de destinação final (Piantá 2008).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 COLETA DO EFLUENTE

A amostra de efluente utilizada nesta pesquisa foi coletada em um abatedouro de aves na região Norte do Paraná, em um sistema de tratamento secundário (Tratamento Biológico), na saída da última lagoa sendo esta uma lagoa de maturação (Figura 2).

Figura 2: Ponto de coleta do efluente.



Fonte: Autoria própria.

Foram coletados 50L de efluentes, que foram acondicionados em galões e encaminhados para ensaio e análise experimental no Laboratório de Recursos Hídricos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina.

4.2 PREPARO DAS SOLUÇÕES

Para a realização dos ensaios foi necessário preparar a solução dos coagulantes abordados no estudo. O preparo do coagulante orgânico tanino consistiu na diluição de 1 grama de tanino em 1 L de água destilada. O preparo do coagulante inorgânico, constituiu na diluição de 1 mL do sulfato de alumínio diluído em 1L de água destilada. Para a preparação do polímero aniônico, foi feita a diluição de 1 grama do produto em 1L de água destilada.

4.3 PRÉ- ENSAIO

O pré-ensaio do processo de coagulação/floculação foi necessário para definir a melhor concentração a ser utilizada de cada coagulante.

O pré-ensaio foi realizado utilizando um volume pré-estabelecido do efluente e acrescentando diferentes concentrações dos coagulantes para definir o momento exato da coagulação/floculação a fim de se estabelecerem os limites de concentração a serem analisadas. A concentração que se mostrou mais eficiente para o sulfato de alumínio foi a de 250 mg.L^{-1} , então adotou-se a este mesmo valor para o tanino, a fim de comparar a eficiência dos mesmos utilizando a mesma concentração, e para o polímero aniônico a concentração encontrada foi a de 3 mg.L^{-1} .

4.4 COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO/SEDIMENTAÇÃO

Após serem definidas as concentrações de cada coagulante no pré-ensaio, estas concentrações foram adicionadas ao efluente em um ensaio de coagulação/floculação/sedimentação utilizando o equipamento Jar-test.

O Jar-test utilizado é um equipamento da marca Nova Ética que possui seis recipientes graduados com capacidade de 2 litros cada, onde a velocidade da agitação das pás no interior de cada recipiente contendo o efluente é controlada por um painel digital.

Para a obtenção de melhores resultados, os ensaios foram realizados em duplicata totalizando quatro tratamentos, divididas entre coagulante inorgânico, coagulante orgânico e uma mistura dos coagulantes com polímero aniônico, sendo distribuídas da seguinte forma:

- Tratamento 1 – Aplicação de sulfato de alumínio (S);
- Tratamento 2 – Aplicação de tanino (T);
- Tratamento 3 – Aplicação de sulfato de alumínio + polímero aniônico (S+P).
- Tratamento 4 – Aplicação de tanino + polímero aniônico (T+P).

A metodologia para o ensaio no Jar Test foi adaptada de Theodoro (2012), utilizando uma velocidade fixa em 150 rpm para propiciar a fase de coagulação, onde ocorre a mistura rápida, e o tempo de mistura sendo igual a 3 minutos. Para o processo de floculação, onde ocorre a mistura lenta, a velocidade de rotação foi de 15 rpm e o

tempo de mistura de 10 minutos. Em seguida o aparelho foi desligado para que se iniciasse o processo de sedimentação. A primeira coleta do efluente se deu após um tempo de espera (t_1) de 3 minutos, a partir daí foram feitas mais 3 coletas (t_2 , t_3 e t_4), a cada 10 minutos, até que se completasse um tempo total de sedimentação de 33 minutos.

O tempo de sedimentação de 33 minutos foi estipulado para que, após esse processo, ainda houvesse volume de água suficiente para passar pelos filtros.

4.5 FILTRAÇÃO

Ao final do processo de sedimentação, iniciou-se uma simulação de filtração direta com fluxo descendente. Para isso, foram utilizados seis filtros em paralelo adaptados logo abaixo do Jar-Test, permitindo que a água saísse diretamente do jarro para os filtros.

Foram utilizados filtros de garrafas de Polietileno Tereftalato (PET), que ficaram alocados em uma estrutura metálica adaptada. Os componentes das camadas filtrantes foram pedra brita e areia, com granulometria na faixa de 0 a 0,425 mm. A construção dos filtros foi baseada na metodologia de Di Bernardo et al. (2003) como mostra a Figura 3.

Figura 3: Jar-test e filtros de areia utilizados no experimento.



Fonte: Autoria própria.

O controle da vazão da água filtrada foi realizado utilizando um transferidor, fixado na extremidade da barra coletora, cuja angulação variou com o tempo. Tendo, nos primeiros 2 minutos, uma angulação de 70°, de 2 a 4 minutos uma angulação de 60° e, de 4 a 6 minutos uma angulação de 50°. Assim, o tempo de filtração (t₅) foi de 6 minutos e, após esse processo, as amostras de efluente foram coletadas para realização da análise dos parâmetros estabelecidos (ANDRADE, 2015).

4.6 ANÁLISE DOS PARÂMETROS

Os parâmetros analisados para cada amostra foram: condutividade elétrica, cor aparente, turbidez, pH e sólidos dissolvidos totais.

Os procedimentos seguiram a metodologia descrita pelo Standard Methods of Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012), conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 5. Parâmetros analisados, equipamentos e metodologia.

Parâmetro	Equipamento	Metodologia
Condutividade Elétrica	Condutímetro Mca 150	2510 B
Cor Aparente	Espectrofotômetro HACH 400	2120 C
Turbidez	Turbidímetro HACH 4000	2030 B
pH	pHmetro mPA - 210	4500 B
Sólidos Dissolvidos Totais	TDS-3	Leitura Direta

Fonte: APHA (2012).

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram feitas médias aritméticas dos resultados obtidos através do ensaio, as médias foram analisadas estatisticamente através do programa BioEstat 5.0 por meio da análise de variância (ANOVA), comparando os resultados encontrados para cada amostra no tempo de 3 a 43min para verificar a significância na eficiência dos coagulantes. Quando a diferença apresentou -se significativo, foi realizada a aplicação do teste de Tukey a nível de 5% de significância.

4.8 EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO

As eficiências apresentadas foram calculadas a partir da diferença entre o valor encontrado na amostra do efluente bruto e o resultado obtido após o tratamento com cada coagulante. Desta forma, as porcentagens apresentadas representam a eficiência de remoção obtida nos testes com cada produto, para cada parâmetro estudado:

$$E(\%) = \frac{E - Sn}{E} * 100$$

Onde:

E = Valor obtido no efluente bruto

Sn = Valor obtido após o teste, sendo n = coagulante utilizado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para o efluente bruto utilizado no desenvolvimento deste trabalho são descritos na Tabela 6.

Tabela 6. Caracterização do efluente bruto.

Parâmetro	Valor
Condutividade Elétrica (mS.cm ⁻¹)	2,02
Cor Aparente (mg PtCo.L ⁻¹)	132
Turbidez (NTU)	27
pH	7,7
Sólidos Dissolvidos Totais (ppm)	971

De acordo com a metodologia descrita no item 5.4 foram realizados os ensaios em duplicata para cada amostra, de acordo com os tempos de sedimentação e ao final do processo a filtração. Os resultados obtidos foram organizados da seguinte forma: Condutividade elétrica (6.1), Cor aparente (6.2), Turbidez (6.3), pH (6.4) e Sólidos Dissolvidos Totais (6.5).

5.1 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

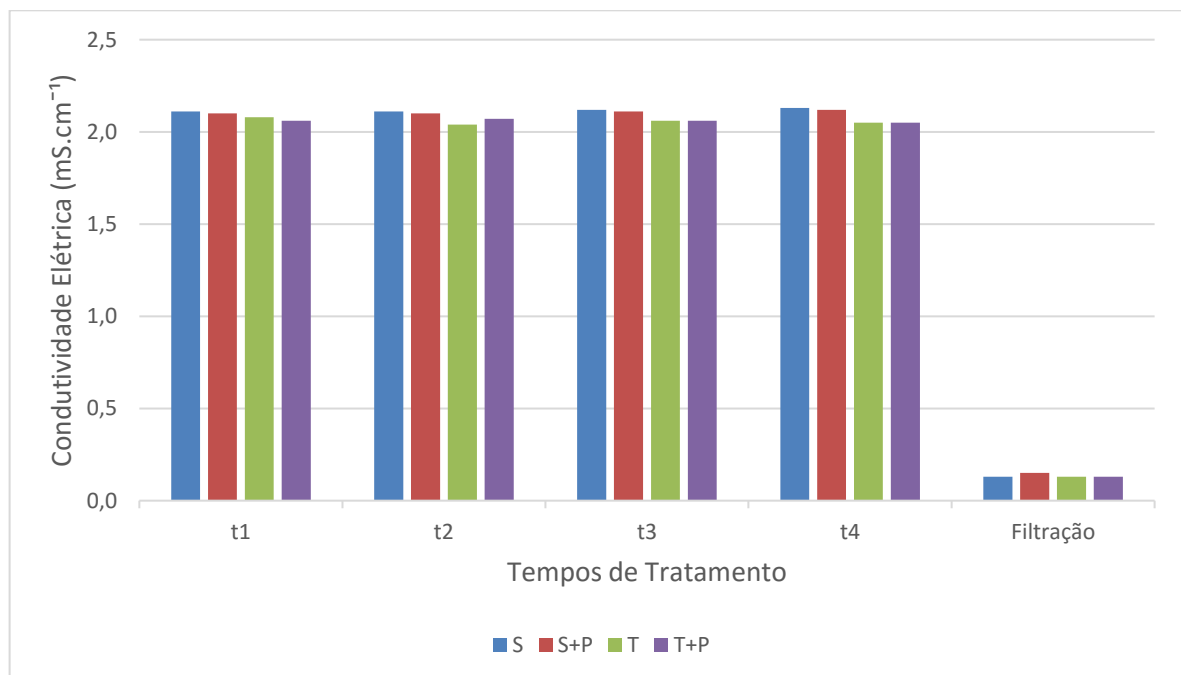
A Tabela 7 mostra os valores de condutividade elétrica para cada amostra e a Figura 4 apresenta o comportamento do parâmetro.

Tabela 7. Variação da condutividade elétrica durante os tempos de sedimentação e após a filtração.

Tratamento	Amostra	t1	t2	t3	t4	Filtração
1	S 1	2,11	2,10	2,11	2,13	0,13
	S 2	2,10	2,11	2,12	2,12	0,13
2	S+P 1	2,10	2,10	2,12	2,13	0,15
	S+P 2	2,09	2,10	2,10	2,11	0,14
3	T 1	2,07	2,04	2,06	2,07	0,14
	T 2	2,08	2,03	2,05	2,05	0,12
4	T+P 1	2,07	2,07	2,06	2,05	0,13
	T+P 2	2,04	2,06	2,05	2,04	0,12

Onde: S = Sulfato de Alumínio, T = Tanino, P = Polímero Aniônico e t= Tempo de tratamento.

Figura 4: Comportamento da Condutividade Elétrica durante a sedimentação e ao final da filtração.



Em comparação ao valor bruto de 2,02 mS.cm⁻¹, não houve alteração significativa no tratamento com o coagulante tanino tendo média de 2,05 mS.cm⁻¹, porem em relação ao sulfato de alumínio houve um pequeno aumento com média de 2,12 mS.cm⁻¹. O sulfato de alumínio se tratando de um sal, ao ser adicionado à solução aumenta a sua condutividade, de acordo com Guimarães (2013), e este comportamento pode ser observado devido a liberação de íons de alumínio durante o tratamento.

Lopes (2014) em um estudo realizado com tratamento de água para abastecimento público com a utilização dos coagulantes tanino e sulfato de alumínio, evidenciou um aumento significativo da condutividade elétrica no tratamento com o coagulante inorgânico, enquanto com o tanino esse aumento não foi expressivo.

Já em relação a filtração houve uma alteração significativa em relação ao período de sedimentação, reduzindo a condutividade de uma média de $2,08 \text{ mS.cm}^{-1}$ entre todas as aplicações para uma média de $0,13 \text{ mS.cm}^{-1}$, isto devido ao filtro reter os sais presentes nas amostras reduzindo significativamente a condutividade do meio.

5.1.1 Análise Estatística para a Condutividade Elétrica

Os dados obtidos pela análise de variância (ANOVA) da condutividade elétrica estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Resultados da análise de variância para a Condutividade Elétrica.

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>valor-P</i>	<i>F_c</i>
Coagulante	0,010175	3	0,003392	0,000601	3,490295
Tempo	12,17597	4	3,043993	0,000000	3,259167
Resíduo	0,00335	12	0,000279		
Total	12,1895	19			

Onde: gl= Grau de Liberdade; SQ= Soma dos Quadrados; MQ= Quadrados Médios; F_c= F Calculado.

Analisando os resultados da Tabela 8, verifica-se que o p-valor foi menor que 0,05 tanto para o coagulante como para o tempo, indicando que os efeitos de interação foram significativos, sendo necessário o teste de Tukey para saber em qual grupo houve uma diferença significativa.

A identificação dos tempos que apresentam significância em relação ao parâmetro condutividade elétrica é dada pela Tabela 9.

Tabela 9. Teste de Tukey em relação ao tempo para condutividade elétrica.

Tukey (Médias)	Q	(p)
(t1 a t2) =	0.8978	ns
(t1 a t3) =	0.0000	ns
(t1 a t4) =	0.0000	ns
(t1 a t5) =	233.7164	< 0.01
(t2 a t3) =	0.8978	ns
(t2 a t4) =	0.8978	ns
(t2 a t5) =	232.8187	< 0.01
(t3 a t4) =	0.0000	ns
(t3 a t5) =	233.7164	< 0.01
(t4 a t5) =	233.7164	< 0.01

ns= Não significativo.

De acordo com o teste de Tukey o parâmetro condutividade elétrica só apresentou dados com diferença significativa após o processo de filtração (t5) devido a remoção de sais efetuada pelo filtro.

A identificação dos coagulantes que apresentaram diferenças significativas em relação ao parâmetro condutividade elétrica é dada pela Tabela 10.

Tabela 10. Teste de Tukey em relação aos coagulantes para condutividade elétrica.

Tukey (Médias)	Q	(p)
(S a S+P) =	0.5353	ns
(S a T) =	6.4238	< 0.01
(S a T+P) =	6.1562	< 0.01
(S+P a T) =	5.8885	< 0.01
(S+P a T+P) =	5.6209	< 0.01
(T a T+P) =	0.2677	ns

Analisando a Tabela 10, é possível observar que não houve interação significativa com a adição do polímero tanto para o sulfato de alumínio como também para o tanino, não se mostrando necessário o uso deste como auxiliar coagulante.

5.2 COR

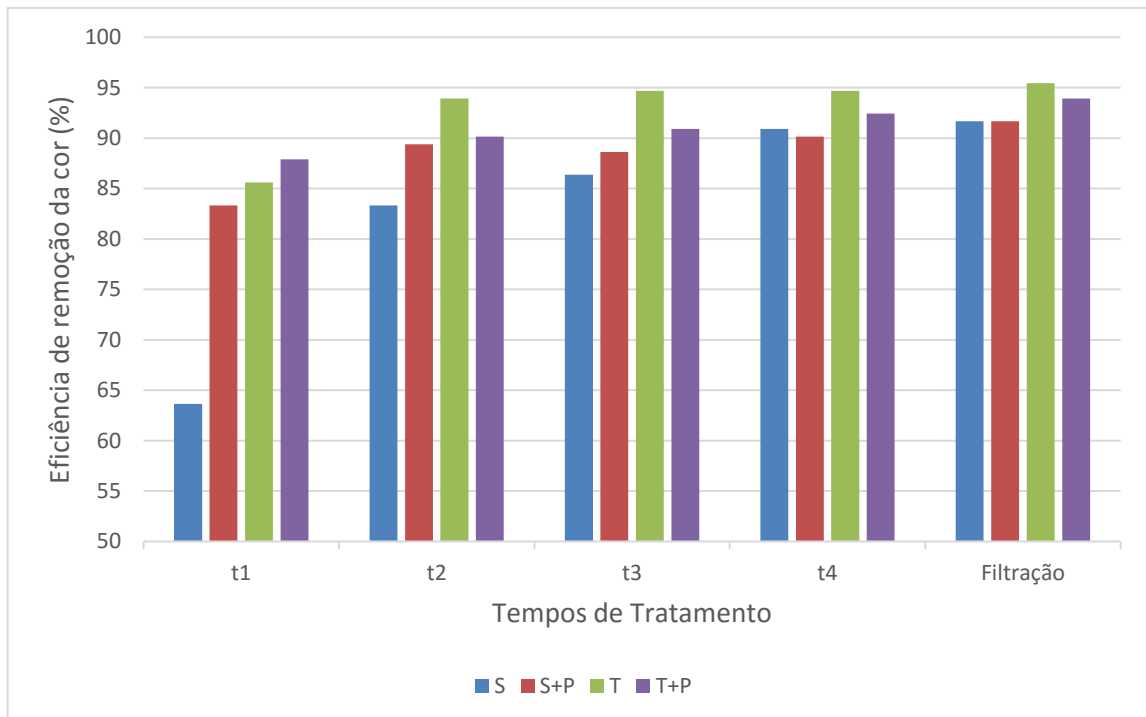
A Tabela 11 mostra a variação dos valores de cor durante os tempos de sedimentação e após a filtração, e a Figura 5 apresenta a porcentagem de eficiência de remoção do mesmo parâmetro.

Tabela 11. Variação da cor durante os tempos de sedimentação e após a filtração.

Tratamento	Amostra	t1	t2	t3	t4	Filtração
1	S 1	49	22	21	10	9
	S 2	47	21	15	13	12
2	S+P 1	21	14	16	14	13
	S+P 2	24	13	14	11	8
3	T 1	22	6	7	7	7
	T 2	16	9	9	9	8
4	T+P 1	18	14	12	10	9
	T+P 2	16	11	11	9	7

Onde: S = Sulfato de Alumínio, T = Tanino, P = Polímero Aniônico e t= Tempo de tratamento.

Figura 5: Remoção da cor durante os tempos de sedimentação e após a filtração.



Analisando a Figura 5 pode-se perceber que houve uma boa interação do sulfato de alumínio com o polímero aniônico nos primeiros tempos de sedimentação, onde no t1 o sulfato de alumínio obteve uma eficiência de remoção de 63,64%

enquanto que quando em auxílio do polímero a sua eficiência foi para 83,33%, isto devido ao polímero aniônico aumentar a densidade das partículas promovendo uma decantação rápida.

A maior eficiência de remoção foi do tanino após o processo de filtração com valores de 95,45%, não obtendo uma alteração significativa com a adição do polímero aniônico ao contrário do que foi observado com o sulfato de alumínio.

É possível observar que, com o aumento no tempo de sedimentação, aumentam também os valores de remoção do parâmetro, isto é notável na amostra contendo sulfato de alumínio, enquanto nas outras amostras só foi observado uma grande diferença entre o t1 e t2, nem mesmo a filtração obteve-se uma diferença significativa de valores de remoção.

Lucyk et al. (2015) utilizou coagulantes orgânicos e inorgânicos para o tratamento de efluente de abatedouro avícola, a eficiência de remoção de cor em seu experimento foi de 84,67% para o coagulante tanino, enquanto o sulfato de alumínio obteve uma eficiência média de 72,67%. Mostrando como no presente estudo uma maior eficiência de remoção de cor para o coagulante tanino em relação ao sulfato de alumínio.

5.2.1 Análise Estatística para Cor

Os dados obtidos pela análise de variância (ANOVA) da cor aparente estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Resultados da análise de variância para a cor.

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>valor-P</i>	<i>F c</i>
Coagulante	464	3	154,6667	0,020812	3,490295
Tempo	746,3	4	186,575	0,008114	3,259167
Resíduo	390,5	12	32,54167		
Total	1600,8	19			

Analisando os resultados da Tabela 12, verifica-se que o p-valor foi menor que 0,05 tanto para o coagulante como para o tempo, indicando que os efeitos de interação

foram significativos, sendo necessário o teste de Tukey para saber em qual grupo houve uma diferença significativa.

A identificação dos tempos que apresentam uma diferença significativa em relação ao parâmetro cor é dada pela Tabela 13.

Tabela 13. Teste de Tukey em relação ao tempo para cor.

Tukey (Médias)	Q	(p)
(t1 a t2) =	4.2072	ns
(t1 a t3) =	4.6454	< 0.05
(t1 a t4) =	5.5219	< 0.05
(t1 a t5) =	6.0478	< 0.01
(t2 a t3) =	0.4382	ns
(t2 a t4) =	1.3147	ns
(t2 a t5) =	1.8406	ns
(t3 a t4) =	0.8765	ns
(t3 a t5) =	1.4024	ns
(t4 a t5) =	0.5259	ns

De acordo com o teste de Tukey o parâmetro cor aparente só apresentou diferença significativa no tempo t1 em relação aos tempos t3, t4 e t5.

A identificação dos coagulantes que apresentam diferença significativa em relação ao parâmetro cor aparente é dada pela Tabela 14.

Tabela 14. Teste de Tukey em relação aos coagulantes para cor.

Tukey (Médias)	Q	(p)
(S a S+P) =	2.8223	ns
(S a T) =	5.0174	< 0.05
(S a T+P) =	4.0766	ns
(S+P a T) =	2.1951	ns
(S+P a T+P) =	1.2543	ns
(T a T+P) =	0.9408	ns

Analisando a Tabela 14, é possível observar que houve uma diferença significativa somente entre os coagulantes sulfato de alumínio e tanino, sendo o tanino o mais eficiente e o sulfato de alumio o que apresentou menor eficiência.

5.3 TURBIDEZ

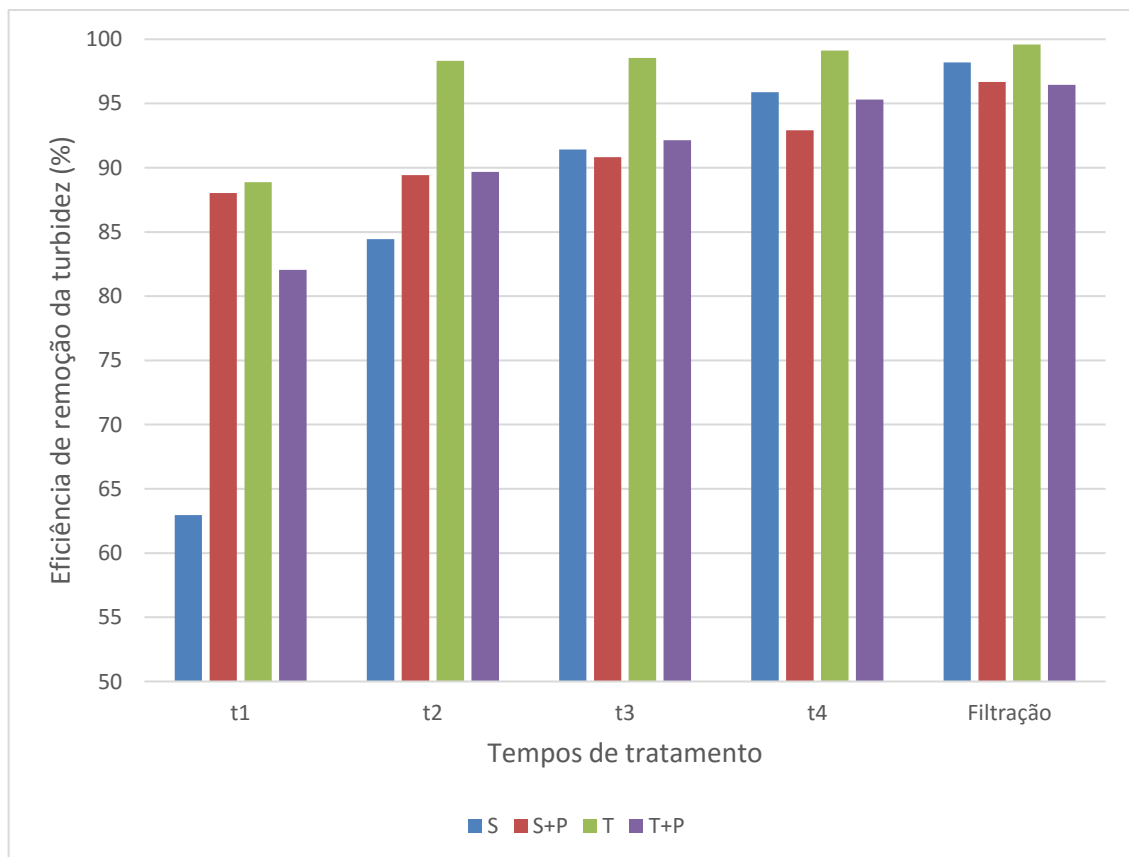
A Tabela 15 mostra a variação dos valores de turbidez durante os tempos de sedimentação e após a filtração e a Figura 6 apresenta a eficiência de remoção do parâmetro.

Tabela 15. Variação da turbidez durante os tempos de sedimentação e após a filtração.

Tratamento	Amostra	t1	t2	t3	t4	Filtração
1	S 1	12,00	4,54	2,84	0,77	0,42
	S 2	8,00	3,86	1,80	1,54	0,55
2	S+P 1	3,07	2,99	2,82	2,34	0,95
	S+P 2	3,40	2,72	2,14	1,49	0,85
3	T 1	3,32	0,43	0,41	0,39	0,15
	T 2	2,69	0,47	0,37	0,10	0,07
4	T+P 1	5,32	2,79	2,10	1,30	1,02
	T+P 2	4,37	2,77	2,13	1,25	0,90

Onde: S = Sulfato de Alumínio, T = Tanino, P = Polímero Aniônico e t= Tempo de tratamento.

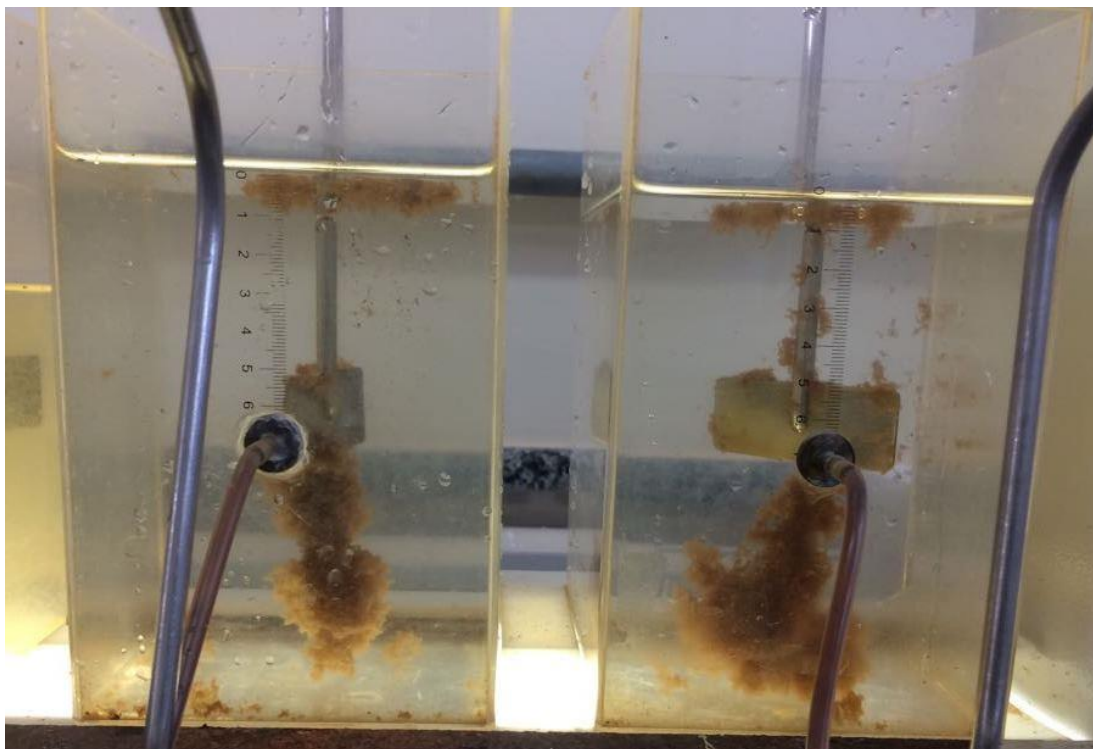
Figura 6: Remoção da turbidez durante os tempos de sedimentação e após a filtração.



Com relação a turbidez, todos os tratamentos apresentaram eficiência maior que 95% após a filtração, sendo o tanino o mais eficiente com remoção de 99,59%.

Novamente pode-se observar uma grande diferença em relação a adição de polímero aniônico no tratamento com sulfato de alumínio, principalmente nos dois primeiros tempos de sedimentação, porém em relação ao tanino houve uma queda de eficiência, isto pode ter ocorrido devido aos flocos que se aglutinaram junto a haste do Jar-test como mostra a Figura 7.

Figura 7: Flocos aglutinados na haste do Jar-Test.



Fonte: Autoria própria.

Lucyk et al. (2015) no tratamento de efluente de abatedouro avícola com o auxílio de coagulantes orgânicos e inorgânicos, obteve uma eficiência de remoção de turbidez de 94,33% com a utilização do coagulante tanino, já o coagulante sulfato de alumínio obteve uma eficiência de 64%. No presente estudo o tanino também se mostrou mais eficiente em relação ao coagulante inorgânico.

5.3.1 Análise Estatística para a Turbidez

Os dados obtidos pela análise de variância (ANOVA) da turbidez estão apresentados na Tabela 16.

Tabela 16. Resultados da análise de variância para a cor turbidez.

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>valor-P</i>	<i>F_c</i>
Linhas	16,95271	3	5,650905	0,04185	3,490295
Colunas	47,52978	4	11,88245	0,002388	3,259167
Erro	18,16612	12	1,513843		
Total	82,64861	19			

Analisando os resultados da Tabela 16, verifica-se que o p-valor foi menor que 0,05 tanto para o coagulante como para o tempo, indicando que os efeitos de interação foram significativos, sendo necessário o teste de Tukey para saber em qual grupo houve uma diferença significativa.

A identificação dos tempos que apresentam uma diferença significativa em relação ao parâmetro turbidez é dada pela Tabela 17.

Tabela 17. Teste de Tukey em relação ao tempo para turbidez.

Tukey (Médias)	Q	(p)
(t1 a t2) =	4.3985	ns
(t1 a t3) =	6.0839	< 0.01
(t1 a t4) =	7.6479	< 0.01
(t1 a t5) =	8.8251	< 0.01
(t2 a t3) =	1.6854	ns
(t2 a t4) =	3.2494	ns
(t2 a t5) =	4.4267	ns
(t3 a t4) =	1.5640	ns
(t3 a t5) =	2.7413	ns
(t4 a t5) =	1.1773	ns

De acordo com o teste de Tukey o parâmetro turbidez só apresentou diferença significativa no tempo t1 em relação aos tempos t3, t4 e t5.

A identificação dos coagulantes que apresentam diferença significativa em relação ao parâmetro turbidez é dada pela Tabela 18.

Tabela 18. Teste de Tukey em relação aos coagulantes para turbidez.

Tukey (Médias)	Q	(p)
(S a S+P) =	1.8862	ns
(S a T) =	5.5173	< 0.01
(S a T+P) =	1.5832	ns
(S+P a T) =	3.6311	ns
(S+P a T+P) =	0.3030	ns
(T a T+P) =	3.9341	ns

Analisando a Tabela 18, é possível observar que houve uma diferença significativa somente entre os coagulantes sulfato de alumínio e tanino, sendo o tanino o mais eficiente e o sulfato de alumínio o que apresentou menor eficiência.

5.4 pH

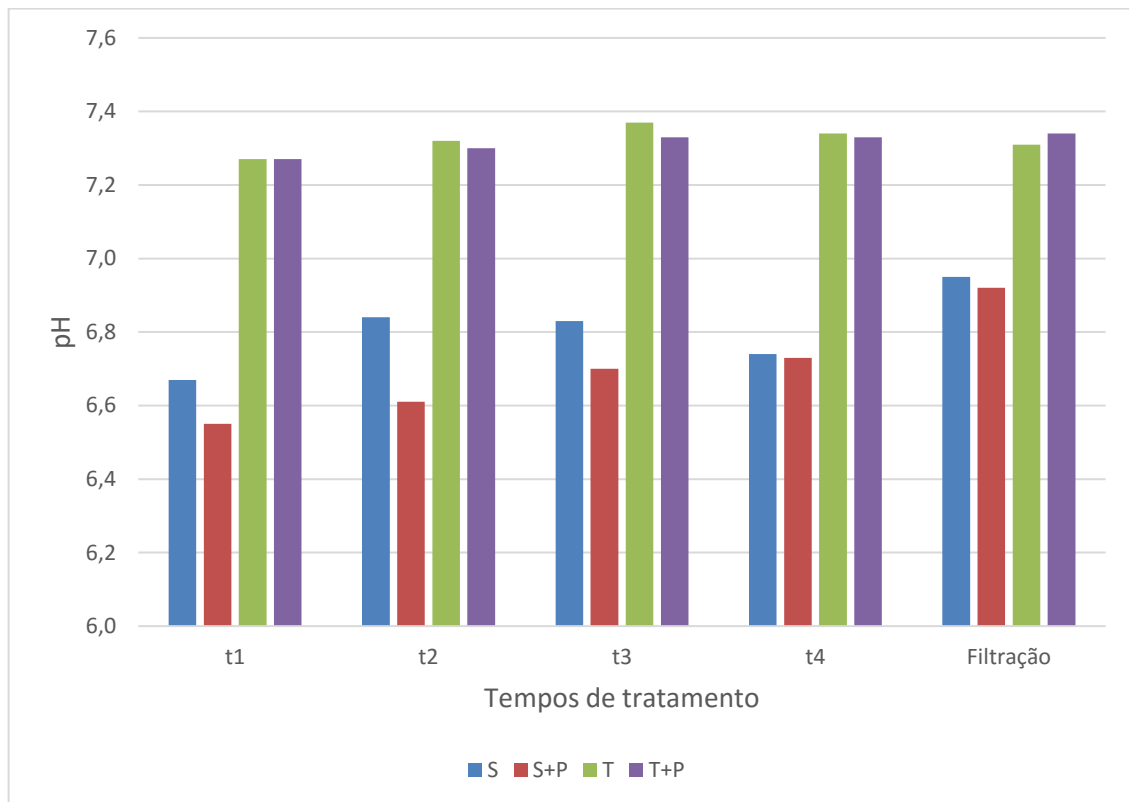
A Tabela 19 mostra a variação dos valores de pH durante os tempos de sedimentação e após a filtração, e a Figura 8 apresenta o comportamento do parâmetro para cada amostra das aplicações realizadas.

Tabela 19. Variação do pH durante os tempos de sedimentação e após a filtração.

Tratamento	Amostra	t1	t2	t3	t4	Filtração
1	S 1	6,66	6,85	6,80	6,73	6,97
	S 2	6,68	6,83	6,85	6,75	6,93
2	S+P 1	6,50	6,61	6,63	6,70	6,94
	S+P 2	6,56	6,60	6,75	6,73	6,90
3	T 1	7,30	7,34	7,38	7,33	7,32
	T 2	7,25	7,30	7,36	7,35	7,29
4	T+P 1	7,30	7,33	7,35	7,35	7,35
	T+P 2	7,25	7,27	7,30	7,31	7,33

Onde: S = Sulfato de Alumínio, T = Tanino, P = Polímero Aniônico e t= Tempo de tratamento.

Figura 8: Comportamento do pH durante a sedimentação e ao final da filtração.



Pode-se verificar uma grande diferença de pH entre o coagulante orgânico e inorgânico. De acordo com Santos (1985), quando o sulfato de alumínio entra em contato com o efluente, ocorrem reações que têm como consequência a formação de hidróxidos que possuem carga superficial positiva, liberando uma quantidade de íons de alumínio provocando uma diminuição do pH.

Após a filtração, o pH aumenta nos tratamentos contendo sulfato de alumínio, devido a capacidade do filtro em reter os sais e íons, fazendo com o pH tenha um leve aumento.

Costa (2016) em um estudo realizado com o tratamento de efluente de abatedouro avícola, obteve para o coagulante tanino em concentrações de 100 mg L^{-1} e 150 mg L^{-1} os valores para pH de 5,92 e 5,89 respectivamente, onde o pH bruto se encontrava em 6,70. Para o coagulante sulfato de alumínio com concentrações de 100 mg L^{-1} e 150 mg L^{-1} os valores de 5,7 e 5,55 respectivamente. Nota-se que o coagulante sulfato de alumínio apresenta valores de pH menores em relação ao tanino, assim como evidenciado no presente estudo.

5.4.1 Análise Estatística para o pH

Os dados obtidos pela análise de variância (ANOVA) do pH estão apresentados na Tabela 20.

Tabela 20. Resultados da análise de variância para o pH.

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>valor-P</i>	<i>F c</i>
Coagulante	1,61768	3	0,539227	<0,000001	3,490295
Tempo	0,07543	4	0,018858	0,030524	3,259167
Resíduo	0,05857	12	0,004881		
Total	1,75168	19			

Analisando os resultados da Tabela 20, verifica-se que o p-valor foi menor que 5% tanto para o coagulante como para o tempo, indicando que os efeitos de interação foram significativos, sendo necessário o teste de Tukey para saber em qual grupo houve uma diferença significativa.

A identificação dos tempos que apresentam uma diferença significativa em relação ao parâmetro pH é dada pela Tabela 21.

Tabela 21. Teste de Tukey em relação ao tempo para pH.

Tukey (Médias)	Q	(p)
(t1 a t2) =	2.2186	ns
(t1 a t3) =	3.3637	ns
(t1 a t4) =	2.7196	ns
(t1 a t5) =	5.4392	< 0.05
(t2 a t3) =	1.1451	ns
(t2 a t4) =	0.5010	ns
(t2 a t5) =	3.2206	ns
(t3 a t4) =	0.6441	ns
(t3 a t5) =	2.0755	ns
(t4 a t5) =	2.7196	ns

De acordo com o teste de Tukey o parâmetro pH só apresentou diferença significativa no tempo t1 em relação a filtração (t5), devido ao aumento de pH dos tratamentos com sulfato de alumínio após passarem no filtro.

A identificação dos coagulantes que apresentam diferença significativa em relação ao parâmetro pH é dada pela Tabela 22.

Tabela 22. Teste de Tukey em relação aos coagulantes para o pH.

Tukey (Médias)	Q	(p)
(S a S+P) =	3.3287	ns
(S a T) =	16.5153	< 0.01
(S a T+P) =	16.2593	< 0.01
(S+P a T) =	19.8440	< 0.01
(S+P a T+P) =	19.5880	< 0.01
(T a T+P) =	0.2561	ns

Analisando a Tabela 22, é possível observar que houve uma diferença significativa entre os tratamentos com sulfato de alumínio e tanino, devido a capacidade do sulfato de alumínio em deixar o meio ácido enquanto o tanino não há alteração de pH com relação ao bruto.

5.5 SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS

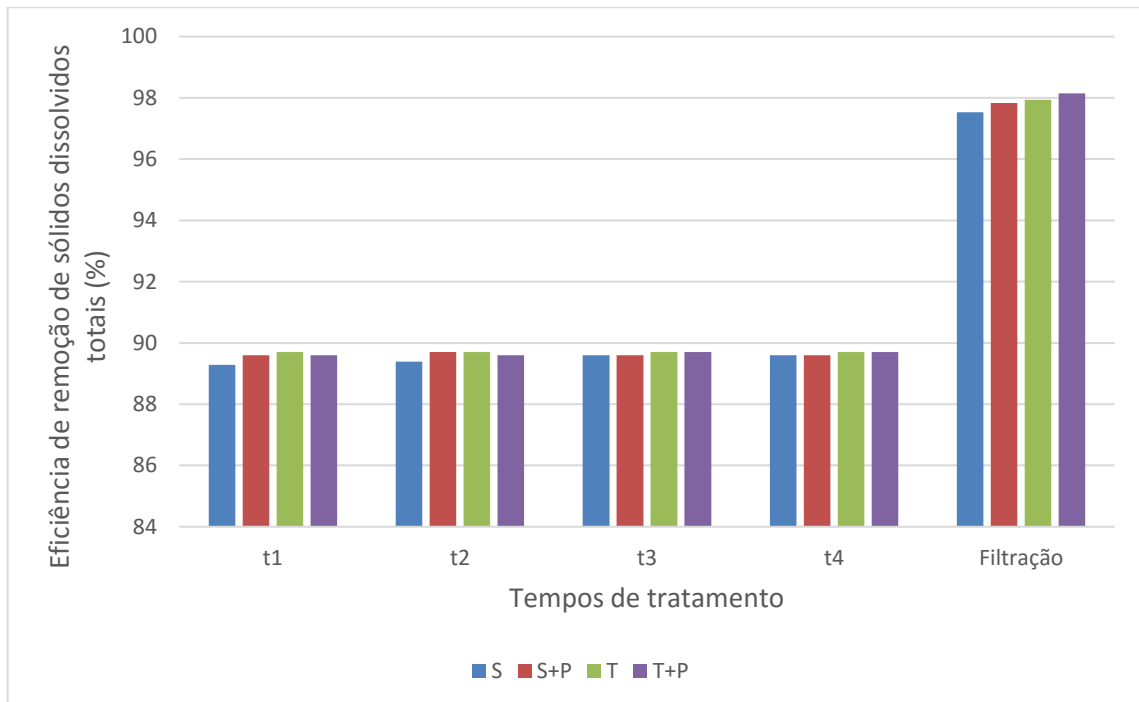
A Tabela 23 mostra a variação dos valores de sólidos dissolvidos totais durante os tempos de sedimentação e após a filtração e a Figura 9 apresenta a eficiência de remoção do parâmetro.

Tabela 23. Variação de sólidos dissolvidos durante os tempos de sedimentação e após a filtração.

Tratamento	Amostra	t1	t2	t3	t4	Filtração
1	S 1	104	103	101	101	24
	S 2	103	102	101	101	23
2	S+P 1	101	100	101	101	35
	S+P 2	101	100	101	101	32
3	T 1	100	100	100	100	20
	T 2	100	100	100	100	20
4	T+P 1	101	101	100	100	18
	T+P 2	101	101	100	100	17

Onde: S = Sulfato de Alumínio, T = Tanino, P = Polímero Aniônico e t= Tempo de tratamento.

Figura 9: Remoção de sólidos dissolvidos durante os tempos de sedimentação e após a filtração.



Analisando a Figura 9 pode-se observar que os coagulantes tiveram eficiências muito próximas, sendo que essa eficiência foi constante durante os tempos de sedimentação tendo uma média de 89,61%. A eficiência só aumentou após a passagem pelo filtro, isto devido a capacidade do filtro em reter os sólidos pela granulometria empregada na construção do mesmo.

Schatzmann (2009) em seu experimento com o tratamento de efluente de frigorífico de aves, demonstrou uma eficiência de 66,21% na remoção de sólidos dissolvidos totais com a utilização do coagulante orgânico tanino, mostrando que o coagulante orgânico tem grande eficiência na remoção deste parâmetro assim como foi evidenciado no presente estudo.

5.5.1 Análise Estatística para a Sólidos Dissolvidos Totais

Os dados obtidos pela análise de variância (ANOVA) dos sólidos dissolvidos estão apresentados na Tabela 24.

Tabela 24. Resultados da análise de variância para sólidos dissolvidos.

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>valor-P</i>	<i>F c</i>
Linhas	22,55	3	7,516667	0,00614	3,490295
Colunas	20547	4	5136,7	<0,00001	3,259167
Erro	13,2	12	1,1		
Total	20583	19			

Analisando os resultados da Tabela 24, verifica-se que o p-valor foi menor que 5% tanto para o coagulante como para o tempo, indicando que os efeitos de interação foram significativos, sendo necessário o teste de Tukey para saber em qual grupo houve uma diferença significativa.

A identificação dos tempos que apresentam uma diferença significativa relação ao parâmetro pH é dada pela Tabela 25.

Tabela 25. Teste de Tukey em relação ao tempo para sólidos dissolvidos.

Tukey (Médias)	Q	(p)
(t1 a t2) =	0.9535	ns
(t1 a t3) =	1.9069	ns
(t1 a t4) =	1.9069	ns
(t1 a t5) =	153.9842	< 0.01
(t2 a t3) =	0.9535	ns
(t2 a t4) =	0.9535	ns
(t2 a t5) =	153.0307	< 0.01
(t3 a t4) =	0.0000	ns
(t3 a t5) =	152.0773	< 0.01
(t4 a t5) =	152.0773	< 0.01

De acordo com o teste de Tukey o parâmetro sólidos dissolvidos totais só apresentou dados com diferença significativa após a filtração (t5) devido a remoção de sólidos pelo filtro.

A identificação dos coagulantes que apresentam diferença significativa em relação ao parâmetro sólidos dissolvidos totais é dada pela tabela 26.

Tabela 26. Teste de Tukey em relação aos coagulantes para os sólidos dissolvidos totais.

Tukey (Médias)	Q	(p)
(S a S+P) =	3.8376	ns
(S a T) =	5.5432	< 0.01
(S a T+P) =	5.5432	< 0.01
(S+P a T) =	1.7056	ns
(S+P a T+P) =	1.7056	ns
(T a T+P) =	0.0000	ns

A diferença significativa ocorreu nos tratamentos com sulfato de alumínio (S) contra o tanino (T) e também contra o tanino mais o polímero aniônico (T+P), devido a formação de flocos maiores que o tanino propiciou, mostrando que o sulfato de alumínio se beneficiou da adição de polímero neste caso.

5.6 AVALIAÇÃO DA ÁGUA DE REÚSO

Foi realizado um comparativo dos resultados com os parâmetros de qualidade da água para reúso previstos na norma brasileira NBR 13.969/1997 que restringe os parâmetros conforme o tipo de reúso aplicado. A Tabela 27 apresenta a avaliação da qualidade do efluente tratado com base na norma NBR 13.969/1997.

Tabela 27. Comparação dos resultados com os parâmetros da NBR 13.969/97.

Parâmetros	Tratamentos				NBR 13969/1997
	T	S	S+P	T+P	Classe I
pH	7,31	6,95	6,92	7,34	6 a 8
Sólidos					
Dissolvidos	20	24	21	18	<200
Totais (ppm)					
Turbidez (NTU)	0,11	0,49	0,90	0,96	<5

Onde: Classe I – Usos onde há a possibilidade de contato direto com o usuário.

Todos os parâmetros analisados se encontraram dentro dos limites estipulados na norma para reúso do tipo classe I e demais classes, podendo então o reúso ser feito em todas as atividades descritas na Tabela 1.

6 CONCLUSÃO

Através do presente estudo foi possível concluir que para o tratamento de efluente de abatedouros avícolas visando o reuso utilizando os processos de coagulação, sedimentação, floculação e filtração, quem apresentou os melhores resultados foi o coagulante orgânico tanino quando comparado com o coagulante inorgânico sulfato de alumínio com relação a todos os parâmetros analisados.

Em questão do auxiliar de coagulação polímero aniônico, os resultados obtidos ao final do processo não foram significativos, porém no processo de coagulação mostrou-se eficaz na formação de coágulos maiores e mais densos principalmente quando associado ao sulfato de alumínio, fazendo com que os flocos se sedimentassem rapidamente.

Com isso, é possível concluir que o tanino pode ser uma fonte alternativa no tratamento de água de reuso, pois além de apresentar resultados melhores em relação ao coagulante inorgânico, ele tem origem natural, não gera lodo tóxico ao final do processo, facilitando a disposição final dos resíduos oriundos do tratamento, sendo uma melhor escolha ao meio ambiente.

7 REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 13.969: **Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação**, 1997.

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (São Paulo). **2017 Relatório Anual**. 2017. Disponível em: <http://abpabr.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugu es_web_reduzido.pdf> Acesso em: 20/03/2018.

APHA. **Standard Methods for de Examination of Water and Watewater**. 22^a ed. Washington, 2012.

BRAGA, B. **Introdução a Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CAIXETA, C. E.T.; C.AMMAROTA, C.; XAVIER, A. M.F.. Slaughterhouse wastewater treatment: evaluation of a new three-phase separation system in a UASB reactor. **Bioresource Technology**, [s.l.], v. 81, n. 1, p.61-69, jan. 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0960-8524\(01\)00070-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0960-8524(01)00070-0).

CAMARGO, J. A; HENKES, J. A; ROSSATO, I. F. AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM ABATEDOURO DE AVES VISANDO A REDUÇÃO E OU REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [s.l.], v. 5, n. 2, p.675-694, 16 nov. 2016. Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v5e22016675-693>.

CAMMAROTA, M.C.; FREIRE, D.M.G. A review on hydrolytic enzymes in the treatment of wastewater with high oil and grease content. **Bioresource Technology**, [s.l.], v. 97, n. 17, p.2195-2210, nov. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2006.02.030>.

CANEVER, M.D. et al. **A cadeia produtiva de frango de corte no Brasil e na Argentina**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1997.

CARVALHO, R. F.; DELGADO, V. de L.; CONEGLIAN, C. M. R.; BRITO, N. N. de B.; TONSO, S.; SOBRINHO, G. D., PELEGRINI, R. **Tratamento de efluentes de**

matadouros e frigoríficos. III FORUM DE ESTUDOS CONTABEIS 2003, 2003, Rio Claro.

CHILE, CONAMA – COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE. **Guia para El Contrl y Prevencion de La Contaminacion Industrial – Indústria Processadora de La Carne**, 1998.

CNRH, Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução no 54: **Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências.** s.l. : Ministério do Meio Ambiente, 28 de novembro de 2005.

COSTA, J. C. **Uso do coagulante orgânico tanino no tratamento de efluente de abatedouro avícola.** 30 p . TCC – (Graduação). Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, 2016.

DA SILVA, Herbert Lima Belo. **Uso de Membranas Microporosas no Tratamento de Efluentes de um Frigorífico de Abate de Aves.** Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

DI BERNARDO, L. et al. **Tratamento de água para abastecimento por filtração direta.** Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003. Projeto PROSAB 468p.

EBERT, D. C. **Simulação da Dinâmica Operacional de um Processo Industrial de Abate de Aves.** Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2007.

EPA. Waste treatment upgrading poultry – processing facilities to reduce pollution. **Thecnology Transfer Seminar Publication.** Washington, 1973.

FERNANDES, M. A. **Avaliação de desempenho de um frigorífico avícola quanto aos princípios da produção sustentável.** Dissertação de Mestrado Departamento de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre : s.n., 2004.

FIESP / CIESP. FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO / CENTRO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Conservação e Reuso de Água - Manual de Orientações para o Setor Industrial** – V. 1 – São Paulo, 2004.

FIRJAN , FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Manual de Conservação e Reuso da Água na Indústria**, p.28. 1º edição - Rio de Janeiro, 2006.

FIRJAN/SEBRAE. **Manual de Conservação e Reúso da Água na Indústria**. Rio de Janeiro: ISBM, 2007. DIM, 006.

FORESTI, E. & CAMPOS, R. J. & BERNARDO, L. **Águas residuárias de abatedouro de aves: origem, caracterização e tratamento**. Universidade de São Paulo - Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, São Paulo, 1978.

FRANCO, E. S. **Avaliação da influência dos coagulantes sulfato de alumínio e cloreto férrico na remoção de turbidez e cor da água bruta e sua relação com sólidos na geração de lodo em estações de tratamento de água**. 2009. 187 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

GERLOFF, J. **Reutilização de água de resfriamento de carcaças de frango**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008

GHANDI, G. **Tratamento e controle de efluentes industriais**. P.5-46, (2005).

GUIMARÃES, P. S. **Tratamento de Águas Residuárias Oriundas da Purificação do Biodiesel por Coagulação Empregando Sulfato de Alumínio e Quitosana: Avaliação Preliminar**. 2013. 77 p Tese de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos Universidade de Brasília, Brasília

HÜBNER, R. **Análise do uso da água em um abatedouro de aves**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

ICWE. **The Dublin Statement and Report on the Conference and the International Conference on Water and the Environmental Development Issues for the Twenty-first century.** WMO. Genève, Switzerland, 1992.

KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; MORAES, S. G.; DURÁN, N. **Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis.** Química Nova, v. 25, n. 1, p. 78-82, 2002.

LEITE, A. M. F. 2003. **Reúso de Água na Gestão Integrada de Recursos Hídricos.** Dissertação de mestrado. Brasília : UCB, 2003.

LEVINE, D. A. & ASANO, **Water Reclamation, recycling and reuse in industry. In: Water recycling and resource recovery in industry: Analysis, technologies and implementation.** IWA Publishing, 2002.

LUCYK, N.; HERMES, E.; PUJARRA, S.; SILVA, R. P.; SIMIONE, R.J.; ZENATTI, D. C. **Uso de Coagulantes Naturais no Tratamento de coagulação/Floculação de Efluente Proveniente de Abatedouro de Aves. Gestão e Sustentabilidade Ambiental,** Florianópolis, v. 4, p.576-587, dez. 2015. Anual.

LO MONACO, P. A. V.; MATOS, A. T.; RIBEIRO, I. C. A.; NASCIMENTO, F. S.; SARMENTO, A. P. **Utilização de extrato de sementes de moringa como agente coagulante no tratamento de água para abastecimento e águas residuárias.** Revista Ambiente e Água, Taubaté, v. 5, n. 3, p. 222-231, 2010.

LOPES, B. V. **Eficiência de coagulantes na remoção de diferentes concentrações de Ferro e Manganês para ETA Terras Baixas.** 52 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 2014.

MANGRICH, A. S.; DOUMER, M. E.; MALLMANN, A.S.; WOLF, C.R. **Química Verde no Tratamento de Águas: Uso de Coagulante Derivado de Tanino de Acacia mearnsii.** Rev. Virtual Quim., 2014.

MAPA - **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Estatísticas do Agronegócio Brasileiro. Agronegócio Brasileiro: Uma Oportunidade de Investimentos.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> Acesso em: 20/03/2018.

MORÉS, S. **Avaliação de parâmetros físico e químicos do efluente de uma grande indústria frigorífica de aves.** Trabalho de Conclusão de Curso de Química Bacharelado, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas – CFM, Departamento de Química. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

MATSUMURA, Erika Myho. **Perspectivas para conservação e reúso de água na indústria de alimentos - estudo de uma unidade de processamento de frangos.** 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

METCALF e EDDY. **Wastewater Engineering: Treatment and Reuse.** 4 th. New York : McGraw-Hill, 2003.

NUNES, F. G. **Otimizando o processamento de aves.** Catálogo Brasileiro de Produtos e Serviços. 1998, 8, 2008.

OLIVO, R. **O Mundo do Frango, Cadeia Produtiva da Carne do Frango.** Criciúma: Editora do Autor, 2006. 680p.

PACHECO, J. W. **Guia técnico ambiental de frigoríficos - industrialização de carnes (bovina e suína).** São Paulo : CETESB (Série P + L), 2008.

PIANTÁ, C. A. V. **Emprego de coagulantes orgânicos naturais como alternativa ao uso de sulfato de alumínio no tratamento de água.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

SCHATZMANN, H. C. **Tratamento avançado de efluentes de frigorífico de aves e reúso da água. 2009.** 110 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Química) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SILVA, T. S S. **Estudo de Tratabilidade Físico-Química com Uso de Taninos Vegetais em Águas de Abastecimento e de Esgoto.** Dissertação de mestrado, Fundação Osvaldo Cruz, 1999.

THEODORO, J.D. P. **Estudo dos mecanismos de coagulação/floculação para a obtenção de água de abastecimento para o consumo humano.** 2012. 184f. Tese

(Doutorado em Engenharia Química, área de desenvolvimento de processos) -
Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2012.