

**INSTITUTO FEDERAL**  
**SANTA CATARINA**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de  
Santa Catarina.  
Câmpus Jaraguá do Sul  
Curso Técnico em Química (modalidade: Integrado)

**EDUARDA DA SILVA RIBEIRO**  
**ERIC GONÇALVES**  
**KAUAN ROBERTO RODRIGUES SBARDELLATI**  
**LUIS GUSTAVO PRUSAK**  
**RAFAEL VENTURI**  
**ROGER HENRIQUE CAJUK FERREIRA VAZ**

**EXTRAÇÃO DO COAGULANTE NATURAL TANINO PARA TRATAMENTO  
DE EFLUENTES TÊXTEIS**

JARAGUÁ DO SUL/SC  
2018  
EDUARDA DA SILVA RIBEIRO  
ERIC GONÇALVES  
KAUAN ROBERTO RODRIGUES SBARDELLATI  
LUIS GUSTAVO PRUZAK  
RAFAEL VENTURI  
ROGER HENRIQUE CAJUK FERREIRA VAZ

**EXTRAÇÃO DE UM COAGULANTE NATURAL PARA O TRATAMENTO  
DE EFLUENTES TÊXTEIS**

Projeto de Pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado "Conectando Saberes" do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado) do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Jaraguá do Sul.

Orientador: Claudio Mendes Cascaes

JARAGUÁ DO SUL  
2018

**FIGURAS**

FIGURA 1: Tanino Hidrolisável.....	15
FIGURA 2 Estruturas constituintes da molécula do tanino hidrolisável.....	16
FIGURA 3: Tanino Condensado.....	17
FIGURA 4: Fluxograma do processo de coagulação/floculação no tratamento.....	22

## SUMÁRIO

<b>1 TEMA.....</b>	<b>5</b>
<b>2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....</b>	<b>5</b>
<b>3 PROBLEMA.....</b>	<b>5</b>
<b>4 HIPÓTESES.....</b>	<b>5</b>
<b>5 OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
5.1 Objetivo Geral.....	6
5.2 Objetivo Específicos.....	6
<b>6 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>6</b>
<b>7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>7</b>
7.1 Efluentes têxteis.....	7
7.2 Processo de coagulação e floculação.....	8
7.3 Problemática ambiental.....	10
7.4 Diferença de um coagulante químico e o natural e seus benefícios.....	11
7.5 Tanino.....	13
7.5.1 Estrutura dos taninos.....	15
7.5.2 Utilização dos taninos como coagulante.....	18
<b>8 METODOLOGIA.....</b>	<b>18</b>
8.1 Extração.....	19
8.1.1 Processo de extração do tanino vegetal do Eucalipto.....	19
8.1.2 Caracterização.....	20
8.2 Aplicação.....	21
8.2.1 Ensaios de coagulação e floculação.....	21
8.3 Avaliação da eficiência do coagulante nas amostras dos efluentes.....	23
8.3 Turbidez .....	23
8.3.2. Cor aparente.....	24
8.3.3. Cor verdadeira.....	25

8.3.4. Determinação de pH.....	25
<b>9 CRONOGRAMA.....</b>	<b>25</b>
<b>10 REFERENCIAS.....</b>	<b>26</b>

## **1 TEMA**

Extração do coagulante natural tanino para o tratamento efluentes têxteis.

## **2 DELIMITAÇÃO DO TEMA**

A proposta pretende fazer a extração de um coagulante do tipo tanino a partir das cascas das árvores de eucalipto para aplicação nos tratamentos de efluentes têxteis.

## **3 PROBLEMA**

A preservação do meio ambiente é tida como de grande importância, desta maneira pensa-se no uso de coagulantes naturais para tratamentos de efluentes têxteis, tendo em vista a necessidade da reutilização da água no dia-a-dia das pessoas, e um meio para possibilitar depósito desta água de maneira menos agressiva ao meio ambiente, surgindo a necessidade de se encontrar meios eficazes para o tratamento desse bem tão precioso, tomamos como base a seguinte problemática. Um coagulante natural do tipo tanino, pode obter as mesmas funcionalidade de um coagulante químico (sulfato de alumínio) usado regularmente, para o tratamento de efluentes têxteis?

## **4 HIPÓTESES**

- A aplicação do coagulante natural tanino extraído a partir das cascas da árvore de eucalipto *Eucalyptus grandis* seria uma alternativa para o tratamento de efluentes.
- O coagulante natural tem a mesma eficácia que um coagulante químico.
- O uso de coagulantes naturais é um meio mais favorável para o tratamento de efluentes.
- O coagulante natural gera uma menor quantidade de lodo em comparação com o químico.

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo Geral**

Avaliar a eficiência do coagulante natural tanino extraído das cascas de eucalipto *Eucalyptus grandis* aplicado ao tratamento de efluentes têxteis provenientes do Laboratório Têxtil do Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul.

### **5.2 Objetivos Específicos**

- Extrair o coagulante natural tanino das cascas do eucalipto *Eucalyptus grandis* através de uma solução de sulfito de sódio.
- Aplicar o coagulante natural no tratamento de efluentes têxteis provenientes do Laboratório Têxtil do Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul.
- Avaliar a eficiência do processo de coagulação com uso do coagulante natural tanino.
- Comparar a eficácia do coagulante natural em relação ao coagulante químico (sulfato de alumínio) e ao tanino comercial.

## **6 JUSTIFICATIVA**

A potabilidade da água é algo que vem sendo bastante discutido, devido a importância de uma boa qualidade desta, tanto para o ciclo de vida de seres vivos quanto para o meio ambiente, além de suas características físico-químicas terem um grande foco nas atividades industriais. Deste modo, conforme legislação específica (Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde), há uma responsabilidade das Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e respectivos responsáveis pelo controle da qualidade da água e métodos eficazes o seu tratamento.

Regularmente são usados coagulantes químicos como sulfato de alumínio, sulfato férrico ou cloreto férrico nos tratamentos primários de efluentes, porém coagulantes químicos com alto teor de concentração apresentam um grande potencial de poluição e riscos à saúde, tanto humana quanto aquática.

A utilização dos coagulantes naturais veio a ser pensada decorrente de tais problemáticas ambientais, e em conjunto por não alterar o pH da água, fator que consequentemente acontece com o uso dos coagulante químicos se não manuseados de forma correta e minuciosa.

O tanino por sua vez possui estrutura polimérica<sup>1</sup> com característica orgânica e de carga catiônico a qual possui origem essencialmente vegetal e que atua como agente de precipitação em tratamento de água teoricamente clarificante no processo de coagulação e floculação de água em geral.

## **7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **7.1 Efluentes têxteis**

Nas indústrias têxteis, são usados diversos processos de limpeza para remoção de produtos químicos, corantes e metais. O descarte destas águas se não tratadas, causam grandes estragos para natureza, “interferindo negativamente no ecossistema aquático, provocando prejuízos à qualidade das águas dos corpo receptor” (BAÊTA, 2012). Os efluentes são causadores expressivos na contaminação de águas.

O ramo têxtil apresenta muita preocupação se tratando deste assunto, pois é um dos setores industriais que mais consome água em seu processo, como pode ser visto, “para cada tonelada de algodão processado são consumidos de 170 a 750m<sup>3</sup> de água” (NETO, 2014), o que acarreta involuntariamente uma grandes quantidades de efluentes, os quais muitas vezes não são corretamente tratados, podendo assim ocasionar sérios problemas ambientais. Juntamente a isso a indústria têxtil é também uma grande consumidora de produtos químicos, os

---

<sup>1</sup> Um material polimérico pode ser constituído por muitas partes, ou unidades, ligadas quimicamente entre si.

mesmos são aplicados na fabricação de fibras sintéticas, naturais, e como auxiliares no beneficiamento têxtil. Os efluentes têxteis em si são gerados no processo de Beneficiamento, onde “engloba todas as etapas de transformação do tecido quanto a aparência, aumento da resistência, toque, e capacidade de absorção de água” (BELTRAME, 2000).

Um das etapas mais importantes na indústria têxtil é o tingimento das malhas, logo, esses efluentes têxteis se caracterizam por serem muito coloridos, devido ao uso do corante sobre os substratos têxteis, com a finalidade de mudar ou adicionar cores aos mesmos. “Os corantes são, em geral, moléculas pequenas que contém dois componentes principais: o cromóforo, responsável pela cor e o grupo funcional, que liga o corante à fibra” (BELTRAME, 2000). Mas como já dito, esses efluentes podem não receber um fim correto, sendo muitas vezes são descartados em rios e na natureza, provocando assim além de poluição visual uma grande interferência nos processos fotossintéticos naturais.

A forma mais utilizada de remoção das cores dessas águas com corantes é feita com o ozônio, que por sua vez é bastante promissor, devido à capacidade de descoloração e aumento da biodegradabilidade do efluente. Essa remoção é razoavelmente rápida e “dosagens razoáveis de ozônio permitem uma boa eficiência na remoção da cor para corantes mais ácidos, mordentes, catiônicos, diretos, reativos e enxofre” (HASSEMER; SENS, 2002)

Visto a importância de tais processos para o tratamento do efluente faz-se necessário uma boa caracterização do mesmo, para que assim haja eficácia e um descarte menos agressivo a nosso meio ambiente.

## **7.2 Processo de coagulação e floculação**

O coagulante surgiu com a finalidade de melhorar o aspecto visual da água, foi visto como método de grande importância aproximadamente no século XIX, após ser descoberto que “a relação entre a concentração de partículas e a presença de patógenos era diretamente proporcional” (MARTINS, 2014).

O esgoto doméstico tanto quando os efluentes gerados nas indústrias, sem tratamento prévio ao serem lançados em rios proporcionam diversos problemas

ambientais e riscos para a saúde quando esta água de baixa qualidade é consumida nas residências, por este fator o tratamento destes efluentes são de suma importância.

A estação de tratamento de esgotos (ETEs) é uma infraestrutura que tem como objetivo tratar todas as águas residuais de origem doméstica ou mesmo de origem industrial, que posteriormente são escoadas para o mar ou para o rio, para o processo de tratamento estão envolvidas duas principais etapas, a coagulação e a floculação: o processo de coagulação baseia-se na desestabilização das partículas coloidais, que são partículas sólidas na qual seu tamanho varia de  $10^{-3}$   $\mu\text{m}$  até 1  $\mu\text{m}$ , que segundo Souza (2015) é caracterizado pela presença de cargas elétricas em sua superfície, onde irá conseqüentemente ocorrer a atração de uma dupla camada de íons com cargas opostas gerando assim uma camada de solvatação, juntamente a isto o colóide atrai um grande potencial elétrico na superfície de cisalhamento (potencial zeta), tornando o sistema estável, impedindo a aproximação e agregação entre os colóides (SOUSA, 2015).

A desestabilização da própria colóide resume-se no processo cujo as forças elétricas de repulsão e atração interagem-se entre as partículas da solução, possibilitando sua agregação.

O processo pode ser separado em duas etapas: a coagulação já dita anteriormente, que envolve reduzir as forças que existe entre as partículas mantendo-as separadas em suspensão onde ocorre a formação de coágulos (partículas maiores), na qual a dispersão do coagulante no efluente consiste em uma mistura rápida e mais homogênea possível, visto que a quantidade de coagulante disperso é muito inferior comparadas ao volume do efluente (PELEGRINO,2011). Posteriormente encontra-se o processo de floculação, uma mistura lenta, que consiste no choque ou colisões entre as partículas coaguladas, em suspensão e as no estado coloidal na água, na qual começam a se aglomerar tornando-se assim maiores, denominadas flocos, permitindo visibilidade das partículas a olho nu (RICHTER, 2009).

Sem os processos da coagulação/floculação previamente, determinadas partículas não conseguiriam ser retiradas por outros processos como sedimentação, flotação ou filtração no tratamento dos efluentes.

Os tratamentos físicos-químicos da água tem como finalidade ser responsável pela limpidez da água, ou seja age na remoção dos materiais coloidais, matéria orgânica, odor, ácidos, metais pesados como o alumínio, cobre entre outros e óleos, melhorando seus parâmetros de cor e turbidez (BELTRAME, 2000).

Os coagulantes mais usados atualmente são os químicos, porém não são a única opção e nem a mais conveniente, sendo os naturais outra opção bem eficaz. Deste modo os coagulantes podem ser divididos em 2 classes: os químicos e os naturais, conforme suas características moleculares.

#### **7.4 Diferença entre coagulante químico e natural e seus benefícios**

Atualmente o coagulante químico mais utilizado é o sulfato de alumínio que é muito eficiente na redução da cor, turbidez, DQO (Demanda Química de Oxigênio) e DBO (Demanda Biológica de Oxigênio) diminuindo estas concentrações em até 43% (PIANTÁ, 2008), o mesmo é um excelente formador de flocos, pelo seu fácil manuseio e por possuir um baixo custo. Neste processo de coagulação química é utilizado um pH das substâncias que varia conforme o agente coagulante, como o sulfato de alumínio de 5,0 a 8,0 e em outros como o sulfato férrico que se apropria no tratamento de águas intensamente coloridas ou ácidas em uma faixa de pH de 5,0 a 11 (SILVA, 1999).

No entanto, ele acarreta vários possíveis problemas, pois com o seu uso acaba alterando o pH da água, pela interação desse sal inorgânico (sulfato de alumínio) com as partículas coloidais e em suspensão, colaboram na formação de lodo o que vem preocupando pesquisadores na área, pelo, aumento da carga poluente proveniente das estações de tratamento de água (ETA) (PIANTÁ, 2008).

Tais concentração de lodo acabam sendo altamente prejudiciais em contato com o ecossistema e principalmente em relação a saúde da população, segundo PIANTÁ (2008), à uma prolongada exposição, “o sulfato de alumínio, dependendo da dosagem, é tóxico e pode provocar doenças de demência e coordenação motora, devido à deficiência renal em filtrar os metais do sangue que é levado ao cérebro”, conforme mostra em um estudo realizado na Inglaterra e Suécia, mostrando que houve uma maior incidência da doença de Alzheimer em áreas de

fontes de abastecimento que continham uma grande concentração de sulfato de alumínio.

Devido aos problemas que podem acarretar, um coagulante químico pode então ser substituído por um coagulante natural nos procedimentos de coagulação nas estações de tratamentos de água. Segundo NEPOMUCENO (2016), os coagulantes naturais, como o uso do tanino vegetal, demonstram vantagens ao serem comparados aos coagulantes químicos, pois possui um menor custo por partir de uma matéria prima renovável, são biodegradáveis, não apresentam toxicidade e assim geram uma quantidade inferior de massa de lodo.

Sendo assim, pelos pertinentes impactos ambientais causados pelos coagulantes químicos, como o sulfato de alumínio, que simultaneamente precisam ser empregados com outros agentes inorgânicos para a correção do pH, acrescentando mais elementos químicos na água por não serem biodegradáveis, tendo como principal dificuldade a quantidade de volume de lodo inorgânico gerado, justificam o uso do tanino vegetal como substituinte do coagulante sulfato de alumínio (PIANTÁ, 2008).

Coagulantes orgânicos já são utilizados na América Latina e na Europa, mas eles ainda não são tão utilizados devido a necessidade de um método de obtenção, apesar disso, eles são tão ou mais eficazes podendo minimizar em 65% dos parâmetros já mencionados como a redução da cor, turbidez, DQO e DBO, além de absorver metais como alumínio e ferro dentre outros (SILVA, 1999).

### **7.3 Problemática ambiental**

A preservação do meio ambiente é tida como de grande importância, com isso surgem diversos métodos de tratamento que visam manter um abastecimento de qualidade de água para a população e a conservação do nosso meio ambiente, surgindo o grande problema com os coagulantes químicos, principalmente o sulfato de alumínio no tratamento de água por meio de coagulação, floculação e sedimentação, havendo a formação de um lodo que fica armazenado nos decantadores e com a limpeza do mesmo, muitos resíduos de alumínio retornam ao meio ambiente em grande concentração (PIANTÁ, 2008).

Quando se utiliza o sulfato de alumínio como coagulante primário, os possíveis compostos formados no processo irão depender do pH do meio, da presença de impurezas da presença de ligantes e hidróxidos na água bruta e quando lançado em cursos d'água com baixa velocidade ou lagos, podem sedimentar isolando a camada bentônica (CORDEIRO;CAMPOS, 1999).

Outros estudos também apontam ligação direta do alumínio com diversas reações e doenças. Apesar de até hoje não existir uma comprovação direta, existem muitas evidências que relacionam o alumínio com diversas alergias, câncer de mama e até o Alzheimer, mostrando que a presença de alumínio é muito maior do que o normal, porém nenhum estudo comprovou que o alumínio está diretamente relacionado com o surgimento dessas doenças, ou se os níveis elevados de alumínio nesses pacientes são uma consequência da doença (CORDEIRO; CAMPOS, 1999).

Porém mesmo sabendo a possibilidade do alumínio e o sulfato de alumínio em especial estarem prejudicando o nosso meio ambiente, uma quantidade considerável de sólidos acaba sendo lançada nas águas brasileiras sem nenhum tratamento e os mesmos acabam sendo prejudiciais a saúde da população e ao meio ambiente. (PIANTÁ, 2008).

Contudo, percebe-se a atual preocupação das indústrias para o destino destes resíduos visto que esses possuem características diversas, está sendo investido em tecnologias que minimizem os sólidos nos lodos e juntamente a isto da gestão destes resíduos até um descarte correto em aterros industriais conforme a Resolução da CONAMA 375/2006 (ACHON E CORDEIRO, 2013).

Tendo em vista a necessidade da reutilização da água no dia-a-dia das pessoas, e um meio para possibilitar depósito desta água de maneira menos agressiva ao meio ambiente, surge a necessidade de se encontrar assim meios eficazes para o tratamento desse bem tão precioso.

## 7.5 Tanino

Os vegetais produzem compostos químicos que são divididos em dois grupos: os metabólitos primários, sendo eles os carboidratos, aminoácidos e lipídeos. E os metabólitos secundários, que são compostos elaborados a partir da síntese dos metabólitos primários, onde se encontram os compostos fenólicos, também denominados fenóis totais (SANTOS, 2008).

Dentre os compostos fenólicos estão os polifenóis e os flavonóides. Os polifenóis, também conhecidos como taninos, são substâncias fenólicas solúveis em água, tendo massa molecular aproximado de 500 a 3000 u, sendo também biodegradável, inclusive estando entre os mais abundantes metabólitos secundários das plantas (SANTOS, 2008).

Os taninos são produtos orgânicos e possuem uma grande vantagem por não consumir alcalinidade do meio em que é utilizado sendo efetivo em uma faixa de pH de 4,5 a 8,0 (SOUSA, 2014). Estes são constituídos de pequenas unidades (monômeros), onde um mol de tanino pode ligar-se a doze mols de proteínas, e por isso são considerados polímeros, pois possuem a capacidade de se ligar a outros monômeros, sendo capazes de estabelecer ligações com as partículas presentes na água, originando o processo de coagulação (SANTOS, 2010). derivando assim também uma importante características dos taninos que é sua competência de se combinar com as proteínas e outras macromoléculas, por serem muito reativos quimicamente, formando ligações de hidrogênio e interações intra e intermoleculares, que ocorrem geralmente entre os grupos fenólicos dos taninos e os sítios das proteínas (DORÊS, 2007), para favorecer uma forte estabilidade nessa ligação é necessário que o peso molecular destes esteja compreendido entre limites bem definidos, se este está num peso superior, a molécula não consegue se intercalar entre os espaços interfibrantes das proteínas ou com as macromoléculas, já se for muito baixo, ela consegue se intercalar, mas não forma um número suficiente de ligação que proporciona uma estabilidade da combinação (SANTOS, 2008).

Com base nessa característica, sugeriu-se uma possível definição para os taninos, dizendo que qualquer composto fenólico, que contém um peso molecular

suficientemente elevado, possuindo um número suficiente de grupos hidroxila ou outros grupos adequados como, por exemplo, carboxila, tendo como função possibilitar a formação de complexos estáveis com as proteínas e outras macromoléculas, pode ser considerado tanino (CANNAS, 1999).

Conforme suas características moleculares a substância tanino tem diversos fins, como na alimentação e fabricação de bebida pelo seu sabor adstringente, medicinal, com efeito anticarcinogênico, na obtenção de couros maleáveis e de grande durabilidade e uma aplicação que vem ganhando espaço no ramo tecnológico e ambiental, utilizando esses metabólitos como recurso alternativo aos coagulantes químicos, para minimizar problemas de tratamento de água e esgoto. Para tal, o uso de polímeros catiônicos é consideravelmente viável como substituintes dos compostos sintéticos ou dos sais de alumínio e ferro utilizados atualmente. Esses polímeros catiônicos podem ser preparados a partir de produtos naturais, como os taninos condensados, que posteriormente atuarão nas partículas coloidais neutralizando as cargas e formando pontes entre as partículas, sendo o processo responsável pela formação dos flocos que sucessivamente sedimentam (VARGAS,2017).

Os taninos são substâncias orgânicas que se encontram com facilidade no interior de alguns frutos e também em várias partes das árvores como em raízes, galhos, folhas, flores e sementes.

### **7.5.1 Estrutura química dos taninos**

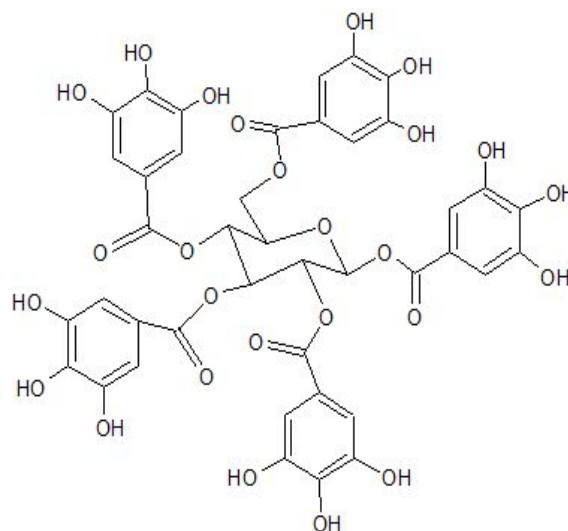
Os taninos sendo compostos fenólicos estão presentes na maioria das plantas podendo variar a concentração no tecido vegetal dependendo da idade do crescimento da planta, da parte coletada e da época (DÔRES, 2007). Grande parte não são encontrados no estado livre na natureza, mas sim, na forma de ésteres e heterosídeo, portanto, solúveis em água.

Uma classe de substâncias químicas formadas pela união de moléculas de glúcido (carboidratos) e em solventes orgânicos polares (MONTEIRO, 2005), os taninos são classificados em taninos hidrolisáveis, condensados e os

pseudo-taninos, onde cada um desses grupos, são divididos em subgrupos que possuem a característica de serem formados por moléculas orgânicas.

Os Taninos hidrolisáveis estão presentes em folhas, galhos, cascas e madeiras de várias árvores. Atualmente os taninos hidrolisáveis são divididos em dois subgrupos, os elagitaninos e os galotaninos, e a formação de uma estrutura dele é caracterizada por um poliol como núcleo central geralmente  $\beta$ -D-glucose (PIANTÁ, 2008), que são constituídos de ésteres de ácidos gálicos, no caso do galotanino, e ácidos elágicos glicosilados, que seriam os elagitaninos, formados a partir do chiquimato, onde cada grupo de hidroxila do açúcar é esterificado com os ácidos fenólicos (Figura 2). Contudo, os ácidos elágicos são muito mais frequentes que os gálicos, e é provável que a oxidação entre dois ácidos gálicos resulte no sistema difenílico do ácido hexahidroxidifênico (HHDP). (Figura 2) (COUTINHO,2013).

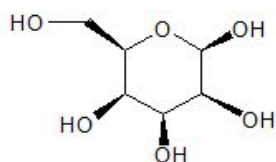
Figura 1 : Tanino Hidrolisável.



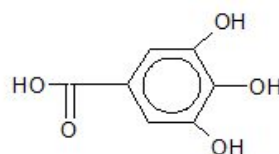
Adaptado de Coutinho (2013).

....

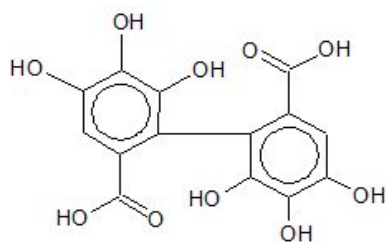
Figura 2 : Estruturas constituintes da molécula do tanino hidrolisável.



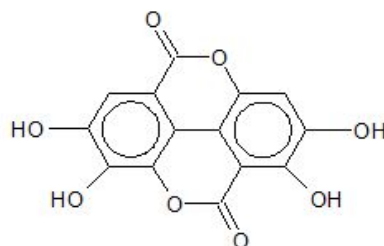
Glucose(estrutura cíclica)



Ácido Gálico



Ácido Hexahidroxidifênico

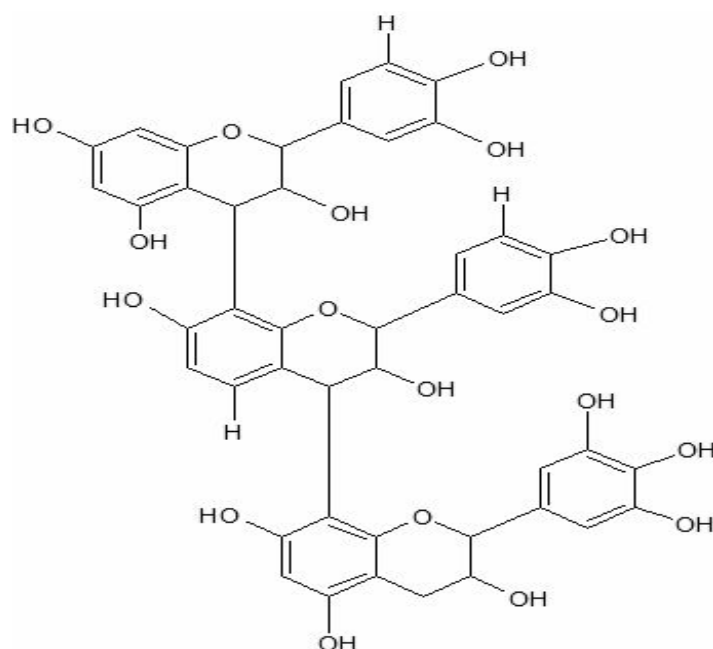


Ácido Elágico

Adaptado de Coutinho (2013).

Os taninos condensados são constituídos por polímeros de flavan-3-ol e/ou de flavan-3,4-diol resultantes do metabolismo do fenilpropanol (Figura 3), denominados também como proantocianidinas (VARGAS, 2017).

Figura 3: Tanino Condensado.



AVargas (2017).

As proantocianidinas, assim denominadas provavelmente pelo fato de apresentarem pigmentos avermelhados da classe das antocianidinas, como cianidina e delphinidina, apresentam uma rica diversidade estrutural, resultante de padrões de substituições entre unidades flavânicas, diversidade de posições entre suas ligações e a estereoquímica de seus compostos (MONTEIRO, 2005).

Ao contrário dos taninos hidrolisados, estes são abundantemente encontrados no reino vegetal, devido aos padrões de substituições entre as unidades flavânicas (flavan-3-ol e/ou de flavan-3,4-diol), a diversidade de posições em suas ligações e a estereoquímica de seus compostos podendo conter de duas a cinquenta unidades de flavonóides, sendo resistentes à hidrólise, no entanto podem ser solúveis em solventes orgânicos, dependendo de sua estrutura (VARGAS, 2017).

Os pseudo-taninos são considerados os precursores de todos os taninos verdadeiros, eles são compostos onde sua massa molecular é definitivamente inferior. Alguns exemplos desses compostos são os: ácido gálico, ácido elágico, flavan-3-ol, floroglucinol e ácido caféico entre outros.

### **7.5.2 Utilização dos taninos como coagulantes**

A utilização de sais de alumínio como mostram diversos estudos, apesar de seu amplo uso em tratamentos acaba sendo prejudicial aos seres humanos e organismos vivos, pois o mesmo pode acabar contaminando tanto a água já tratada como o lodo gerado nas estações de tratamento pelo fato da toxicidade desse elemento.

Nas estações de tratamento de água atualmente já pode-se encontrar diversas alternativas mais sustentáveis, uma delas é a utilização dos taninos vegetais que podem ser caracterizados como coagulantes, onde conforme Sousa (2014) ao serem combinados com sais metálicos adquirem propriedades de coagulante participando na desestabilização dos colóides, destruindo a camada de solvatação e diminuindo o potencial zeta do processo de coagulação e floculação permitindo as moléculas se agruparem formando flocos e sedimentar, desta forma possibilitando a retirada das partículas coloidais, viabilizando uma clarificação da água, com a retirada de substâncias e microorganismos capazes de ocasionar problemas à saúde e ao meio ambiente. A mesma autora ainda relata que o tanino o possui uma característica vista como de grande importância pois esta substância não altera o pH da água tratada, por que a mesma não consome alcalinidade do meio o que descarta o uso de alcalinizantes, minimizando volume de lodo que é descartado.

Segundo Vanacôr (2005) que realizou estudos sobre o uso de coagulantes orgânicos de origem vegetal a base de tanino para o tratamento final da água e abastecimento, obteve resultado que permitiram a verificação da redução da concentração de alumínio da água tratada e nos resíduos gerados no tratamento em comparação com sulfato de alumínio. Além disso, se observou uma redução no total de lodo gerado nos decantadores, entretanto, foi verificado em sua pesquisa um aumento dos custos do tratamento na ETA com o uso de coagulante a base de tanino.

Em contrapartida Cruz (2004) cita em sua pesquisa que a utilização do tanino além de suas vantagens em relação ao odor dos processos de coagulação e

floculação, o mesmo se torna vantajoso pois apresenta um menor custo por ser uma matéria prima renovável.

## **8 METODOLOGIA**

A pesquisa é caracterizada pelo processo de extração da substância tanino, visando a sua utilização como uma substituinte de coagulantes químicos, sendo feita posteriormente a aplicação da substância em efluentes têxteis, retirados do laboratório têxtil do campus, este que é principalmente composto por pastas de estampar e corantes têxteis, em seguida, comparando-a aos coagulantes químicos e ao tanino comercial. A extração deste material será feita através da casca do caule do eucalipto *Eucalyptus grandis*, sobre um sistema de refluxo, posteriormente sendo aplicado a caracterização, e após, será feita a aplicação, e as análises de pH, turbidez, cor aparente e cor verdadeira.

### **8.1 Extração**

#### **8.1.1 Processo de extração do tanino vegetal do eucalipto**

A extração dos taninos é normalmente realizada com o emprego de água quente, com temperatura de extração variando de 70 a 105 °C. A utilização de água como solvente na extração de taninos é o processo mais comum, em função da economia e boa eficiência da extração. Em algumas espécies, somente a água é utilizada, porém em outras, para melhorar a extração e a qualidade dos taninos, são adicionadas à água substâncias como o sulfito de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ). Deste modo, para a extração das substâncias tânicas<sup>2</sup> presentes nas cascas do eucalipto, será tomado, amostras de 10 g de casca totalmente secas e cortadas, em uma solução 5% (m/V) de sulfito de sódio, pois a mesma em análises anteriores, obteve o maior rendimento na extração dos taninos em comparação com as soluções de hidróxido de sódio e água.

O experimento permanecerá em aquecimento sobre um sistema de refluxo por 2

---

<sup>2</sup> Substâncias que contêm taninos;

horas, à pressão atmosférica, empregando-se 14 partes de soluções para 1 parte de casca (10 g de casca para 140 g de solução).

O extrato obtido será filtrado com uma peneira e homogeneizado separando os substratos em recipientes distintos e fechados. O filtrado será concentrado por evaporação até o volume de 150 mL utilizando-se uma chapa de aquecimento.

Todas as extrações serão feitas em triplicatas, sendo caracterizadas de acordo com a metodologia proposta por PAES (2013).

### 8.1.2 Caracterização

Para a caracterização do teor de sólidos totais, serão retiradas duas amostras de 10 g para a determinação do teor de sólidos e duas amostras de 20 mL para determinação do índice de Stiasny. Para a determinação do teor de sólidos (%), as amostras serão levadas à estufa, a uma temperatura de  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  até massa constante, sendo obtida pela relação da massa seca com a massa úmida (inicial) da amostra, ao multiplicar por 100, conforme Equação 1 (SARTORI,2014).

$$\text{TST (\%)} = \frac{M2}{M1} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

TST = Teor de sólidos totais (%)

M1 = Massa inicial (10g)

M2 = Massa final (g) depois de seca

Para determinação do teor de taninos condensados (TTC), serão adicionados a cada 10 mL de cada extração, 0,8 mL de formaldeído (37% m/m) e 0,2 mL de ácido clorídrico - HCl - concentrado. A mistura será submetida à fervura sob refluxo por 30 minutos. Nestas condições, os taninos formam complexos insolúveis que serão separados por filtração a vácuo, empregando filtro de papel posto em funil de Büchner de 10 cm de diâmetro e 4 cm de profundidade. O material retido no filtro será seco em estufa a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  por 24 horas, e por diferença de massa, calcula-se o índice de Stiasny, conforme Equação 2 (PAES,2013).

$$I(\%) = M2/M1 \times 100 \quad (2)$$

em que:

I = Índice de Stiasny (%);

M1 = Massa de sólidos em 20 mL de extrato;

M2 = Massa do precipitado taninos – formaldeído.

Deste modo o teor de taninos condensados (TTC) será obtido ao multiplicar o Índice de Stiasny pelo o teor de sólidos totais (TST), conforme Equação 3 (PAES, 2013).

$$TTC = (TST \times I) / 100 \quad (3)$$

em que:

TTC = Teor de taninos condensados (%);

TST = Teor de sólidos totais (%);

I = Índice de Stiasny (%).

## **8.2 Aplicação**

### **8.2.1 Ensaio de coagulação e floculação**

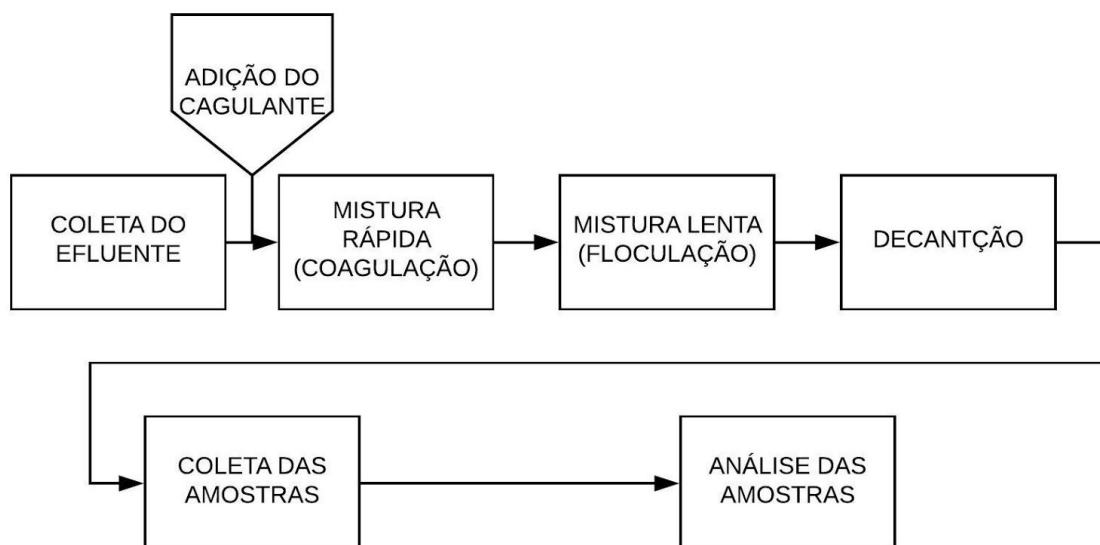
A fim de avaliar a eficiência do coagulante tanino extraído será feita a comparação ao sulfato de alumínio um dos coagulantes químicos mais utilizados atualmente, bem como o tanino vendido comercialmente no teste de jarros ou jarrest, aplicado estes em amostras de efluentes têxteis.

O jarrest compreende um simulador de tratamento de água, esgoto e efluentes em geral, para se iniciar é necessário conhecer as características da água bruta, como cor, turbidez, se a alcalinidade natural da água é suficiente e em conjunto analisar se o pH está dentro da faixa ótima de floculação.

O processo no jarrest se resumirá em duas etapas importantes descritos na figura 4, primeiramente será adicionado 1500 mL de amostra de efluente têxtil em cada jarro, variando as concentrações de coagulante para cada amostra, sendo possível assim verificar a melhor dosagem do mesmo, sob uma velocidade de 100 rpm, deixando-o sob agitação durante 2 a 3 minutos, posteriormente ocorre a segunda etapa (lenta) na qual envolve reduzir a velocidade para 50 rpm durante 10 a 30 minutos.

Posteriormente à coagulação e à floculação, o processo permitirá observação do tempo de sedimentação do lodo gerado e a clarificação de cada jarro possibilitará visualizar qual jarro apresentou melhores resultados. Na sequência serão feitas análises das amostras para avaliação da eficiência de cada coagulante utilizado.

FIGURA 4: Fluxograma do processo de coagulação/floculação no tratamento de efluentes.



Fonte: acervo do grupo

### **8.3 Avaliação da eficiência do coagulante nas amostras dos efluentes**

Para buscar uma avaliação da eficiência do coagulante usado (tanino) serão realizados testes de pH, cor (aparente e verdadeira) e turbidez nas amostras do efluente têxtil, antes e depois da coagulação/floculação, a partir disso será feita uma comparação com o mesmo efluente têxtil tratado por um coagulante químico, e pelo tanino comercial, para avaliar a eficiência do coagulante tanino extraído, e se ele seria uma opção para substituir os atuais coagulante químicos utilizados.

#### **8.3.1. Turbidez**

Para a análise de turbidez, será utilizado o método Nefelométrico, baseado no método de ensaio 2130 B, descrito por AWWA (APHA, 2005 apud LUCIDO, 2010).

Este método estabelece uma comparação da intensidade da luz que é dispersa numa determinada amostra, em relação à intensidade da luz dispersa por uma suspensão padrão. Quanto maior for esta dispersão da luz, maior o valor da turbidez. A medição deste parâmetro será realizada em um turbidímetro Hach modelo 2100P, os valores serão obtidos em Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU).

O turbidímetro com nefelômetro “dispõe de uma fonte que emite um feixe de luz sobre a amostra e vários detectores fotoelétricos que possuem um sistema de indicação da intensidade luminosa que será espalhada pela amostra” (LUCIDO, 2010). O equipamento inicialmente será calibrado com as soluções padrões disponíveis junto ao equipamento, para que assim as amostras de efluente obtidas nos experimentos sejam medidas com a utilização de um tubo de amostragem específico de vidro incolor (LUCIDO, 2010).

#### **8.3.2. Cor aparente**

A cor aparente de uma amostra líquida segundo Lucido (2010) se dá devido às substâncias dissolvidas, além dos materiais que causam turbidez, ou seja, que

estão em suspensão. Para a análise será utilizado o método 2120 C, descrito por AWWA (APHA, 2005 apud LUCIDO, 2010).

Para medição de cor aparente utilizaremos o método espectrofotométrico na faixa entre 450 e 465 nm do espectro de luz visível, tendo como referência soluções de Pt-Co (platina-cobalto). As medidas no espectrofotômetro serão realizadas utilizando curvas padrão previamente preparadas no aparelho para esta faixa de comprimento de onda. As amostras serão colocadas em cubetas de vidro apropriadas ao equipamento. Os valores serão expressos em mg de PtCo/L, obtidos pela leitura da absorvância no espectrofotômetro no comprimento de onda respectivo para a solução, aplicando o fator de diluição utilizado quando necessário (LUCIDO, 2010).

### **8.3.3. Cor verdadeira**

A cor verdadeira ou cor real é semelhante a análise da cor aparente diferenciando se na remoção prévia dos possíveis sólidos suspensos que causam a turbidez da amostra líquida. Será empregado o método 2120 C, descrito por AWWA (APHA, 2005 apud LUCIDO, 2010). Deste modo a análise de cor verdadeira acontecerá a partir de uma filtração das amostras de efluente colorido em aparelho de filtração Manifold com filtro de membrana de celulose padrão de 0,45 µm. Após a filtração das amostras, o procedimento de medição de cor seguirá as mesmas operações de medição da cor aparente. Os resultados também serão expressos em mg de PtCo/L (LUCIDO, 2010).

### **8.3.4. Determinação de pH**

O monitoramento do pH é um importante indicador sobre a qualidade da água. Cotidianamente a medição do pH é um fator indispensável em laboratórios e em estações de tratamento de efluentes, ele é medido e ajustado para um melhor processo de floculação e coagulação. O valor de pH é medido na faixa de 0 a 14, sendo abaixo de 7 considerada ácida e acima disto alcalina, sendo 7 considerada neutra.

Segundo a portaria nº 2.914/2011 do ministério da saúde é recomendado que o pH se mantenha na faixa de 6,0 a 9,5, para um bom tratamento. (MANUAL PRÁTICO DE ANÁLISE DE ÁGUA, 2013)

Assim o pH será medido no decorrer dos testes com tira universal de pH e após a finalização para uma melhor análise será utilizado o medidor de pH de bancada, o mesmo será calibrado anteriormente com soluções padrão e manuseado com os devidos cuidados necessários.

## 9 CRONOGRAMA

ATIVIDADES	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO
Aprofundamento da revisão bibliográfica	x	x	x	x	x	x
Seleção das amostras a serem analisadas	x					
Extração do tanino das amostras	x	x	x	x		
Processo de quantificação do coagulante vegetal		x	x	x	x	
Testes no efluente têxtil			x	x	x	
Análise das características do efluente				x	x	
Resultados e discussões			x	x	x	x
Elaboração dos slides					x	x
Elaboração do Banner					x	x
Elaboração e entrega do relatório final					x	x
Apresentação						x

## REFERÊNCIAS

ACHON, Cali Laguna; CORDEIRO, João Sérgio. **Destinação e disposição final de lodo gerado em eta**. 2015. Disponível em : <<http://www.trabalhosassem.ae.com.br/sistema/repositorio/2015/1/trabalhos/103/151/t151t1e1a2015.pdf>>

Acessado em 16 de novembro Outubro de 2018.

BAÊTA, bruno eduardo lobo. **Tratamento de efluentes da industria textil utilizando reatores anaerobicos de membranas submersas (SAMBR) com e sem carvão ativado em pó(CAP)**. 2012. Disponível em:<[http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2197/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_TratamentoEfluentesInd%C3%BAstria.pdf](http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2197/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_TratamentoEfluentesInd%C3%BAstria.pdf)>. Acessado em 28 de Setembro de 2018.

BELTRAME, Leocádia Terezinha Cordeiro . **Caracterização de efluentes Têxteis e Propostas de Tratamento**. Natal, RN 2000. Disponível em:<<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/1586/1/LeocadiaTCB.pd>> Acessado em 28 de Setembro de 2018.

CANNAS, Antonello. **TANNINS: FASCINATING BUT SOMETIMES DANGEROUS MOLECULES**. 1999. Disponível em: <<http://poisonousplants.ansci.cornell.edu/toxicagents/tannin.htm>>. Acessado em 13 de Outubro de 2018.

CORDEIRO, João Sérgio; CAMPOS, José Roberto. **O impacto ambiental provocado pela indústria da água de abastecimento**. 1999 Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/impactos/peru/braiaa072.pdf>> Acessado em 29 de Outubro de 2018.

COUTINHO, Anderson. **Extração de tanino em folhas, sementes e frutos verdes de cinamomo (*melia azedarach* L.) com diferentes tipos de solventes**.2013.Disponível em:<[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1424/1/CM\\_COALM\\_2012\\_2\\_01.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1424/1/CM_COALM_2012_2_01.pdf)>.Acessado em 27 de Outubro de 2018.

CRUZ, João Guilherme Heinz. **Alternativas para a aplicação de coagulante vegetal à base de tanino no tratamento do efluente de uma lavanderia industrial**. 2004. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/6805>> Acessado em 28 de Outubro de 2018.

DÔRES, Rosana Gonçalves Rodrigues Das. **Determinação de compostos fenólicos *dimorphandra mollis* benth.** 2007. Disponível em:<<http://docplayer.com.br/10774363-Rosana-goncalves-rodriques-das-dores-analise-morfologica-e-fitoquimica-da-fava-d-anta-dimorphandra-mollis-benth.html>>.

Acessado em 06 de Outubro de 2018.

HASSEMER, Maria Eliza Nagel; SENS, Maurício Luiz. **Tratamento do efluente de uma indústria têxtil. processo físico-químico com ozônio e coagulação/floculação engenharia sanitária e ambiental.** Florianópolis, 2002. Disponível em:<<http://abqct.com.br/artigost/artigoesp39.pdf>>. Acessado em 28 de Setembro de 2018.

MANUAL PRÁTICO DE ANÁLISE DE ÁGUA, Brasília: **Editora fundação nacional de saúde.** 2013. Disponível em : <<https://onedrive.live.com/?authkey=%21ANljoGb40HmOTPo&cid=8402AAD448C1B5E1&id=8402AAD448C1B5E1%219630&parId=8402AAD448C1B5E1%212891&o=OneUp>> Acessado em 8 de Novembro de 2018.

LUCIDO, Gil Leonardo Aliprandi. **Avaliação de Metodologia para Controle e Medição de Cor em Efluentes Têxteis.** 2010. Disponível em : <<http://www.peamb.eng.uerj.br/producao.php?id=267>> Acessado em 15 de Outubro de 2018.

MARTINS, Hádel Camilo. **Estudo sobre os processos de coagulação, floculação e decantação em efluentes oriundos de usina canavieira.** 2014. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2668/1/LD\\_COEAM\\_2013\\_2\\_10.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2668/1/LD_COEAM_2013_2_10.pdf)>. Acessado em 15 de Outubro de 2018

MONTEIRO, Julio Marcelino. **Taninos: uma abordagem da química à ecologia.** 2005 Disponível em:[http://www.scielo.br/readcube/epdf.php?doi=10.1590/S0100-40422005000500029&pid=S0100-40422005000500029&pdf\\_path=qn/v28n5/25920.pdf&lang=pt](http://www.scielo.br/readcube/epdf.php?doi=10.1590/S0100-40422005000500029&pid=S0100-40422005000500029&pdf_path=qn/v28n5/25920.pdf&lang=pt) Acessado em 20 de Outubro de 2018.

NEPOMUCENO, Thiago Cabral. **Estudo da aplicabilidade de coagulante orgânicos e inorgânicos no tratamento de água para abastecimento público.** 2016. Disponível em:<<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/9012/1/PDF%20-%20Thiago%20Cabral%20Nepomuceno.pdf>> Acessado em 26 de Setembro de 2018.

NETO, Henrique Martins. **Tratamento de efluentes nas indústrias têxteis.** 2014. Disponível em:<<http://www.revistatae.com.br/7460-noticias>>. Acessado em 28 de Setembro de 2018.

PAES, Juarez Benigno et al. Taninos condensados da casca de angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*) extraídos com soluções de hidróxido e sulfito de sódio. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 3, p. 22-27, 2013.

PELEGRINO, Eloá Cristina Figueirinha. **Emprego de coagulante à base de tanino em sistema de pós-tratamento de efluentes de reator uasb por flotação.** 2011. Disponível em:<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-15072011-093629/en.php>>. Acessado em 30 de Setembro de 2018.

PIANTÁ, Cyro Antônio Vianna . **Emprego de coagulantes orgânicos naturais como alternativa ao uso do sulfato de alumínio no tratamento de água.** 2008. Disponível em:<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26026/000754989.pdf?sequence=1>> Acessado em 30 de Setembro de 2018.

RICHTER, Carlos A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento.** São Paulo: **Blucher.** 2009. 340 p. Disponível em : <<https://www.blucher.com.br/livro/detalhes/agua-138>> Acessado em 27 de Outubro de 2018.;

SANTOS, Gustavo Henrique Farias Dos. **INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO GAMA EM EXTRATOS VEGETAIS RICOS EM TANINOS.** 2008 Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp143828.pdf>> Acessado em 06 de Outubro de 2018.

SANTOS, Janaci. **Taninos.** Recife, PE, 2010. Disponível em:<[http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA2\\_wAJ/tanino](http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA2_wAJ/tanino)> Acessado em 27 de Outubro de 2018.

SILVA, Telma Salesa Santana da. **Estudo de tratabilidade físico -química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e de esgoto.**1999. Disponível em:<<https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/4660/2/204.pdf>> Acessado em 30 de Setembro de 2018.

SKORONSKI, Everton, **Estudo da aplicação de tanino no tratamento de água para abastecimento captada no rio Tubarão, na cidade de Tubarão, SC** et al. (2010). Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980-993X2014000400010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2014000400010&lng=en&nrm=iso)>. Acessado em 28 de Setembro de 2018.

SOUSA, Thaís Brito. **Uso de taninos de espécies florestais no tratamento de água para abastecimento.**2014. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/10572/2/DISSERTA%C3%87%C3%83O\\_Uso%20de%20taninos%20de%20esp%C3%A9cies%20florestais%20no%20tratamento%20de%20%C3%A1gua%20para%20abastecimento.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/10572/2/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Uso%20de%20taninos%20de%20esp%C3%A9cies%20florestais%20no%20tratamento%20de%20%C3%A1gua%20para%20abastecimento.pdf)> Acessado em 28 de Setembro de 2018.

VANACOR, Romualdo Nunes. **Avaliação do coagulante orgânico Veta Organic utilizado em uma estação de tratamento de água para abastecimento público.** 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-15072011-093629/en.php>>. Acessado em 27 de Outubro de 2018.

VARGAS, Aline Garcias De. **Influência da sazonalidade na composição química e nas atividades antioxidante e antimicrobiana das folhas de ora-pro-nobis (*pereskia aculeata miller*).** 2017. Disponível em:<[http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2281/1/PB\\_PPGTP\\_M\\_Vargas%2C%20Aline%20Garcias%20de\\_2017.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2281/1/PB_PPGTP_M_Vargas%2C%20Aline%20Garcias%20de_2017.pdf)>. Acessado em 27 de Outubro de 2018.

