



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 SBARDELATTI
LUIS GUSTAVO PRUZAK
RAFAEL VENTURI
ROGER HENRIQUE CAJUK FERREIRA VAZ

**EXTRAÇÃO DO COAGULANTE NATURAL TANINO ATRAVÉS DAS
CASCAS DE *Eucalyptus grandis***

JARAGUÁ DO SUL/SC
2018

EDUARDA DA SILVA RIBEIRO
ERIC GONÇALVES
KAUAN ROBERTO RODRIGUES SBARDELATTI
LUIS GUSTAVO PRUZAK
RAFAEL VENTURI
ROGER HENRIQUE CAJUK FERREIRA VAZ

**EXTRAÇÃO DO COAGULANTE NATURAL TANINO ATRAVÉS DAS
CASCAS DE *Eucalyptus grandis***

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

Orientadora: MSc. Karine Thaise Rainert

JARAGUÁ DO SUL
2018

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a nossa orientadora. Professora Karine Thaise Rainert, pelo seu auxílio, pelo tempo dedicado à pesquisa e as nossas dúvidas.

À todos os professores que nos auxiliaram durante a elaboração e execução da pesquisa, sanando dúvidas e nos passando conhecimentos. Principalmente a professora Débora Martins Martinez que nos deu sugestões durante a execução do trabalho.

Ao coordenador da fase. Professor José Roberto Machado, pela organização, desenvolvimento e apoio prestado durante todo o desenvolvimento e execução do projeto.

Aos estagiários do laboratório de química e do laboratório têxtil pelos auxílios prestados.

Por fim agradecemos a todos que nos ajudaram de forma direta ou indireta na execução da pesquisa.

RESUMO

O tanino é uma substância que pode ser encontrada com facilidade no interior de alguns frutos e também em várias partes de árvores, sendo este um composto de matéria prima renovável, mais sustentável por ser biodegradável e não afetar o ecossistema além de ser capaz de estabelecer ligações com partículas presentes na água, deste modo pode ser utilizado como um coagulante em processos de tratamento de efluentes por suas propriedades. Levando isso em consideração, a seguinte análise teve como base o estudo de um coagulante natural, através da substância tanino proveniente das cascas de eucalipto, com a finalidade de ser um substituinte de um coagulante químico que pode acarretar problemas ao meio ambiente e a saúde se utilizado de maneira inapropriada. A fim de realizar a extração do tanino foram empregados três solventes distintos, água, sulfito de sódio e hidróxido de sódio separadamente em conjunto com 10g de cascas de eucalipto cada, que ficaram em refluxo com uma variação de tempo para a extração, possibilitando-nos após a quantificação verificar qual apresentaria uma maior eficiência.

Palavras-chave: Tanino. Extração. Coagulante.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores médios do teor de sólidos totais - TST; índice de Stiasny; teor de taninos condensados - TTC; e teor de não-taninos para cada solução empregada.	22
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tanino Hidrolisável.....	14
Figura 2: Estruturas constituintes da molécula do tanino hidrolisável.	15
Figura 3: Tanino Condensado.....	15
Figura 4: Extração com água destilada.	20
Figura 5: Extração sob refluxo: a) Extração com NaOH como solvente; b) Extração com Na ₂ SO ₃ como solvente.	21
Figura 6: Papel filtro do extrato de H ₂ O 1h30min (A), 2h (B), NaOH 1h30min (C), 2h (D); Na ₂ SO ₃ 1h30min (E), 2h (F).	23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	HIPÓTESES	8
3	OBJETIVOS	9
3.1	Objetivo geral	9
3.2	Objetivos específicos	9
4	JUSTIFICATIVA	9
5	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
5.1	Efluentes têxteis	10
5.2	Diferença de um coagulante químico e o natural e seus benefícios	11
5.3	Tanino	12
5.4	Estrutura química dos taninos	13
5.5	Eucalipto	16
5.6	Problemática ambiental	16
6	METODOLOGIA	18
6.1	Processo de extração do tanino vegetal do eucalipto	18
6.1	Quantificação	18
6.1.1	Quantificação de sólidos totais	18
6.1.2	Quantificação de taninos condensados	19
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
7.1	Extrações	20
7.1.1	Extração com água	20
7.1.2	Extração com hidróxido de sódio e sulfito de sódio	21
7.2	Quantificação	21
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
9	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

A presente análise surgiu com o intuito da substituição do uso de um coagulante químico pelo uso de um coagulante natural para o tratamento de efluentes têxteis provenientes do Laboratório Têxtil do Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul, devido aos riscos apresentados pelo uso de coagulantes químicos como sulfato de alumínio nos tratamentos primários de efluentes têxteis, e esse com alto teor de concentração apresenta um grande potencial de poluição e riscos à saúde.

Através da realização de pesquisa bibliográfica, iniciada durante a elaboração do projeto da pesquisa em 2017/2, buscamos identificar as características gerais dos compostos fenólicos, os polifenóis e os flavonóides, os polifenóis, também conhecidos como taninos. Estes constituídos de pequenas unidades (monômeros), onde apenas um mol pode ligar-se a doze mols de proteínas e por isso ser considerados polímeros podendo se ligar a outros monômeros, sendo capazes de estabelecer ligações com as partículas presentes na água, originando o processo de coagulação.

Estudou-se, neste sentido, vegetais que possuíssem este composto, descobrindo então a espécie *Eucalyptus grandis*, sendo produzido em grande quantidade e tendo uma grande relevância nas indústrias, pela sua participação na produção de celulose, madeira para construção civil e para fabricação de carvão vegetal para siderurgia, e tais processos acabam gerando quantidades imensas de cascas destas árvores, às mesmas contendo uma grande concentração de taninos.

Desta maneira busca-se fazer a extração de um coagulante a partir das cascas das árvores de eucalipto *Eucalyptus grandis* para tratamentos de efluentes têxteis, com fins de uma melhor sustentabilidade ambiental, tendo em mente se o uso coagulante natural do tipo tanino, pode eficaz da mesma maneira que um coagulante químico (Sulfato de Alumínio) usado regularmente, para o tratamento de efluentes têxteis.

2 HIPÓTESES

- O tipo de extração das cascas de eucalipto *Eucalyptus grandis* seria o mais eficaz e viável para a extração do tanino.
- A extração do coagulante natural tanino a partir da cascas das árvores de eucalipto *Eucalyptus grandis* seria uma alternativa para o tratamento de efluentes.

- O coagulante natural tem a mesma eficácia que um coagulante químico.
- A extração empregando soluções de NaOH e Na₂SO₃ obterá maiores concentrações de taninos condensados em relação a água destilada.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar e analisar o coagulante natural tanino a partir da extração de tanino das cascas de eucalipto *Eucalyptus grandis*.

3.2 Objetivos específicos

- Extrair o coagulante natural tanino do eucalipto *Eucalyptus grandis*.
- Quantificar o tanino proveniente das cascas eucalipto *Eucalyptus grandis*.
- Analisar o conteúdo de taninos extraídos na comparação com outros autores.
- Avaliar o melhor método de extração em prol de um maior rendimento.

4 JUSTIFICATIVA

A sustentabilidade da água é algo que vem sendo bastante privilegiada, devido ao embasamento à qualidade da água e sua importância para o ciclo vital e ambiental, além de suas características físico-químicas terem um grande foco nas atividades industriais. Convenientemente em busca desta qualidade recomendável, não possibilitando riscos à saúde ou qualquer outro meio conforme legislação específica (Portaria no 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde), há uma obrigação de um método eficaz de tratamento.

Regularmente são usados coagulantes químicos como sulfato de alumínio hidróxido de sódio 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, segundo a ANA (Agência Nacional de Águas) 25% das águas dos rios são classificadas como ruim, péssima ou regular, deste modo podemos deduzir um descarte errôneo de resíduos industriais ou domésticos nos rios.

A utilização dos coagulantes naturais veio a ser pensada decorrente de tais

problemáticas ambientais, e contudo ao serem mas viáveis eles acabam sendo mais sustentáveis promovendo a remoção dos sólidos, retirando todos os metais ali presentes, e em conjunto não alteram o pH da água que é um fator que conseqüentemente acontece com o uso dos coagulante químicos se não manuseados de forma correta e minuciosa.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 Efluentes têxteis

Nas indústrias têxteis, são usados muitos processos de limpeza para remoção de produtos químicos, corantes e muitas vezes metais. Quando o despejo dessas águas não for tratado, pode causar grandes estragos para natureza, “interferindo negativamente no ecossistema aquático, provocando prejuízos à qualidade das águas dos corpo receptor” (BAÊTA, 2012). Os efluentes são os maiores causadores de contaminação da água.

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 750 m³ de água” (NETO, 2014), ou seja, a indústria têxtil gera grandes quantidades de efluentes, os quais muitas vezes não são corretamente tratados, podendo assim ocasionar sérios problemas ambientais.

A indústria têxtil é uma grande consumidora de produtos químicos atualmente, onde os mesmos são aplicados na fabricação de fibras sintéticas, naturais, e como auxiliares no beneficiamento têxtil. Os efluentes têxteis 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 não recebem um fim correto, 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 muito eficiente na remoção do corante, pois ele ataca as duplas ligações que estão associadas com as cores. Essa remoção é razoavelmente rápida. “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).

5.2 Diferença de um coagulante químico e o 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), e é utilizado principalmente por ser um excelente formador de flocos, pelo seu fácil manuseio e possuindo 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 em vários possíveis problemas, pois com o uso acaba alterando-se o pH da água e concomitante 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, é uma matéria prima renovável, são biodegradáveis, não apresenta 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, justificando 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).

5.3 Tanino

Os vegetais produzem compostos químicos que são divididos em dois grupos: os metabólitos primários, sendo eles os carboidratos, aminoácidos e lipídeos, já 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 à 500 e 3000 Dalton¹, sendo também biodegradável, inclusive estão entre os mais abundantes metabólitos secundários das plantas (SANTOS, 2008).

Os taninos 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 podendo 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 do taninos que é sua competência de se combinar com as proteínas e outras macromoléculas, por serem muito reativos quimicamente, formando pontes de hidrogênio² e interações intra e intermoleculares, que ocorrem geralmente entre os grupos fenólicos dos taninos e sítios das proteínas (DORÊS,

¹ unidade de massa atômica.

² As ligações de hidrogênio são o tipo de força intermolecular bastante intenso, que ocorre entre dipolos permanentes das moléculas, em que o polo positivo é sempre o hidrogênio, e o polo negativo pode ser o flúor, o oxigênio ou o nitrogênio.

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, HORVATH (1981), sugeriu 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 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, 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 orgânicos é bem viável como substituintes dos compostos sintéticos ou dos sais de alumínio e ferro utilizados atualmente. Esses polímeros catiônicos orgânicos³ podem ser preparados a partir de produtos naturais, como os taninos condensados, onde posteriormente atuará 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.

5.4 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). Mas grande parte não são encontrados no estado livre na natureza, mas sim, na forma de ésteres e heterosídeo⁴, portanto, são solúveis em água

³ É um polímero de baixa massa molecular, não tóxico, atua simultaneamente nos processos de coagulação/floculação auxiliando assim na separação de sólidos em meios líquidos.

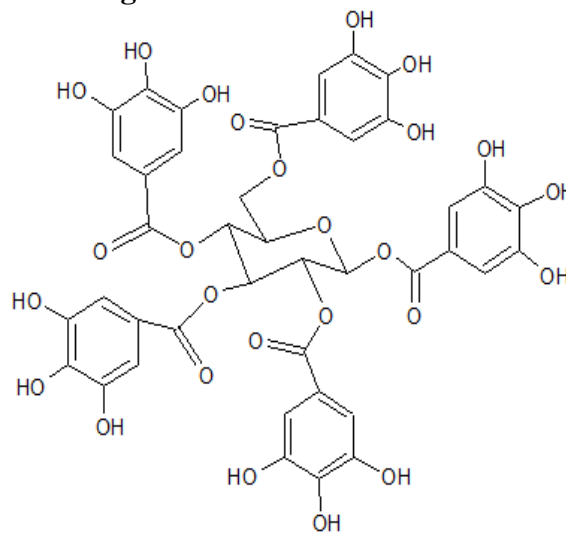
⁴ Uma classe de substâncias química formadas pela união de moléculas de glúcido(carboidratos).

e em solventes orgânicos polares (MONTEIRO, 2005). Segundo a estrutura química dos taninos, eles são classificados em dois grupos: hidrossolúveis e condensados

Os hidrossolúveis estão presentes em folhas, galhos, cascas e madeiras de várias árvores. Atualmente os taninos são classificados como hidrolisáveis com a formação de dímeros, trímeros e constituindo ligações C – O (Figura 1) (SANTOS, 2010).

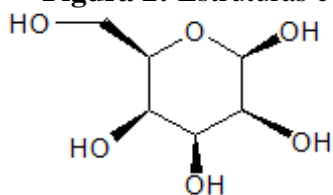
Tais apresentam uma estrutura caracterizada por um poliol como núcleo central geralmente D-glucose (PIANTÁ, 2008), são constituídos de ésteres de ácidos gálicos e ácidos elágicos glicosilados, formados a partir do chiquimato, onde cada grupo de hidroxila do açúcar é esterificado com os ácidos fenólicos (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 bifenílico do ácido hexaidroxidifenílico (Figura 2) (COUTINHO, 2013).

Figura 1: Tanino Hidrolisável.

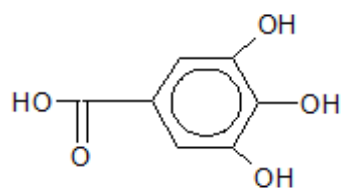


Fonte: Coutinho (2013).

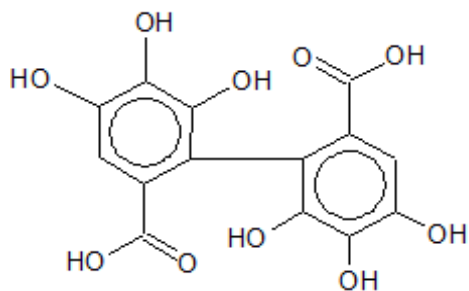
Figura 2: Estruturas constituintes da molécula do tanino hidrolisável.



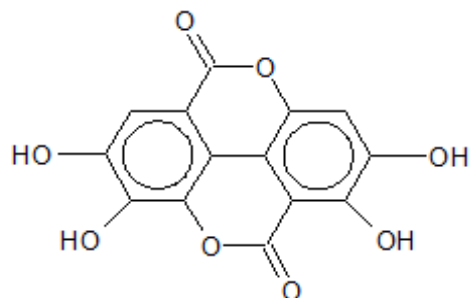
Glucose(estrutura cíclica)



Ácido Gálico



Ácido Hexahidroxidifênico

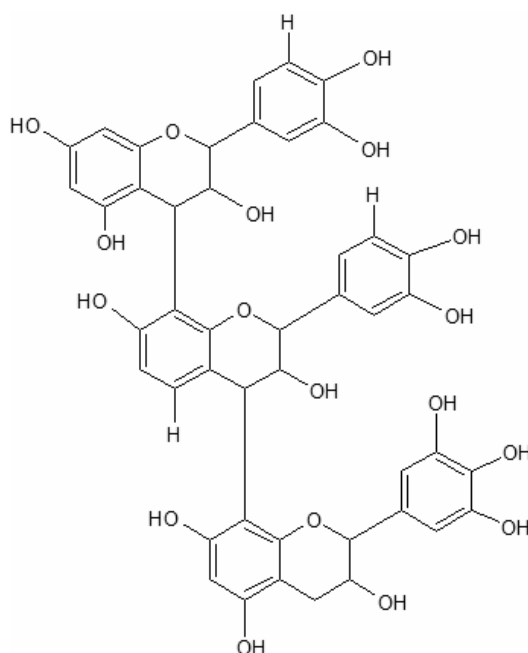


Ácido Elágico

Fonte: 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.



Fonte: Vargas (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 aquosos, dependendo de sua estrutura (VARGAS, 2017).

5.5 Eucalipto

O Brasil possui 4.516.000 hectares plantados com o gênero *Eucalyptus grandis* (ABRAF, 2010 apud KLUMB; FARIA, 2012), o Rio Grande do Sul é a região onde o crescimento das espécies arbóreas, como o eucalipto, é três vezes mais rápido em relação a outros países, devido ao clima, a qualidade e a abundância de água. Os eucaliptos têm uma grande relevância nas indústrias, pela sua participação na produção de celulose, madeira para construção civil e para fabricação de carvão vegetal para siderurgia, tais processos acabam gerando quantidades imensas de cascas destas árvores, as indústrias de madeira são exemplos de grandes geradoras desses resíduos de cascas. Convenientemente a maior concentração de tanino nessas espécies está presente nas cascas em comparação com as outras partes da árvore, como as folhas, raízes e sementes.

Desta maneira para uma valorização da seguinte parte do eucalipto é possível pensar nele como um coagulante natural a partir da extração do tanino da casca, sendo uma matéria prima de fácil obtenção, e baixo custo (KLUMB; FARIA, 2012).

5.6 Problemática ambiental

A preservação e a qualidade da água sempre será algo que estará em discussão em nossa sociedade, 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 acaba 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 bentônica⁵ (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).

Contudo percebe-se então que mesmo sabendo a possibilidade do alumínio e o sulfato de alumínio em especial estarem prejudicando o nosso meio ambiente, estima-se que cerca de 2.000 toneladas de sólidos são lançados em água brasileiras sem nenhum tratamento e os mesmos acabam sendo prejudiciais a saúde da população e ao meio ambiente. Percebendo-se assim que os locais onde são depositados sofrem mudanças bruscas afetando drasticamente os parâmetros de alumínio (CORDEIRO; CAMPOS, 1999), conforme afirma Campos (1999) :

“Levando-se em consideração a legislação brasileira vigente pode-se observar que, no caso estudado, as concentrações desse despejo provocaram degradação da qualidade ambiental, afetando condições estéticas e lançando materiais em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos. Assim, de acordo com Lei 6838 de 31 de agosto de 1981 essa prática de lançamento fere o artigo 3, incisos II e III, e os gerentes de sistemas de tratamento podem ser enquadrados como “Poluidor” inciso IV do artigo 3”.(CAMPOS, 1999).

⁵ Os organismos bentônicos são definidos como espécies que vivem em relação íntima com o fundo (substrato), seja para fixar-se a ele, ou para perfurar, escavar e/ou caminhar sobre a superfície.

6 METODOLOGIA

A pesquisa é caracterizada pelo processo de extração da substância tanino, visando a própria como uma substituinte de coagulantes químicos. A extração deste material foi feito através da casca do caule do eucalipto *Eucalyptus grandis*, sobre um sistema de refluxo, posteriormente sendo aplicado a quantificação com objetivo de analisar qual método proporcionou uma maior eficácia.

6.1 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 (Na_2SO_3). Deste modo para a extração das substâncias tânicas presentes nas cascas do eucalipto, foram tomados, amostras de 10g de casca totalmente secas e cortadas, em diferentes soluções para uma possível análise comparativa posteriormente.

Foram assim preparadas duas soluções, uma 5% de hidróxido de sódio realizada em banho de gelo, e outra 5% de sulfito de sódio, também sendo realizada uma extração em água pura. O experimento realizado, permaneceu em aquecimento sobre um sistema de refluxo, com uma variação de tempo de 1 horas 30 minutos, 2 horas e 2 horas 30 minutos entre cada um dos processo, à pressão atmosférica, empregando-se 14 partes de soluções para 1 parte de casca (10g de casca para 140g de solução). Todas as extrações foram feitas em duplicatas, sendo quantificadas de acordo com a metodologia proposta por PAES (2013).

6.1 Quantificação

6.1.1 Quantificação de sólidos totais

Para isto, o extrato obtido foi filtrado com uma peneira e homogeneizadas separando os substratos em recipientes distintos e fechados. Para determinação da porcentagem do teor de sólidos, às cascas de cada extração (10g) foram mantidas na estufa a 103 ± 2 °C por 48 horas (Equação 1) (SARTORI,2014).

$$\text{TST (\%)} = \text{M2/M1} \times 100$$

(1)

Em que:

TST = Teor de sólidos totais (%)

M1 = Massa inicial (10g)

M2 = Massa final (g) depois de seca

6.1.2 Quantificação de taninos condensados

- **ÍNDICE DE STIASNY**

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

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

em que:

I = Índice de Stiasny (%);

M1 = Massa de sólidos em 50 mL de extrato;

M2 = Massa do precipitado taninos – formaldeído.

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

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

em que:

TTC = Teor de taninos condensados (%);

TST = Teor de sólidos totais (%);

I = Índice de Stiasny (%).

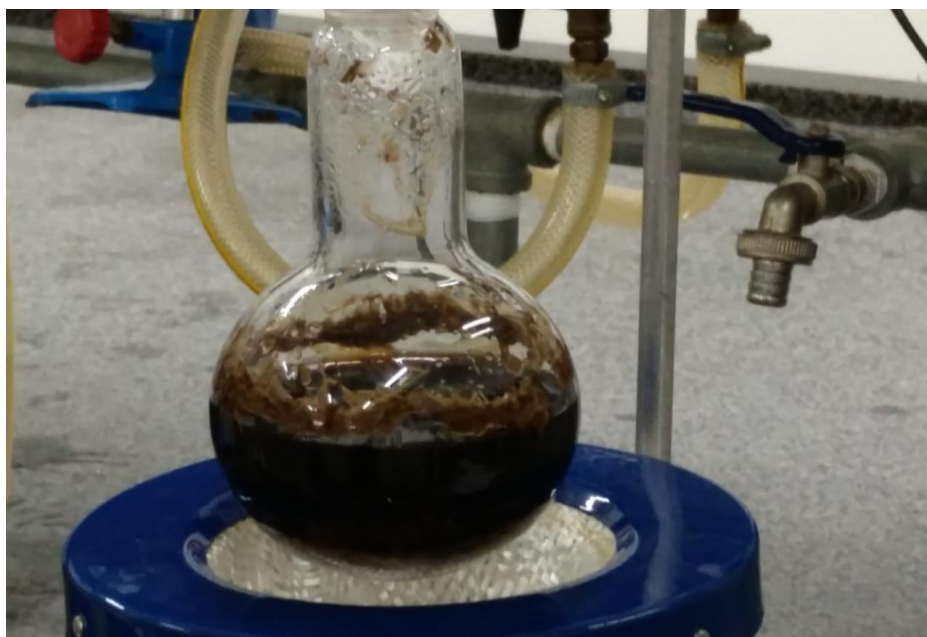
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 Extrações

7.1.1 Extração com água

Para esta extração utilizou-se a água como extrator sobre um sistema de refluxo (Figura 4), tendo uma proporção de 10g de casca de eucalipto em 140g de água, estas foram deixada sobre aquecimento com variação de tempo entre cada extração. Portanto ao fim teve uma perda do seu volume inicial equivalente a aproximadamente a 50ml, devido a isso foi empregado outro processo semelhante utilizando o sistema de refluxo tampado com uma rolha adaptada, para assegurarmos que não estaríamos tendo perda de produto por evaporação, ao fim foi possível verificar que houve a mesma perda, permitindo afirmar que o estava sendo perdido, seria o conteúdo que as cascas estavam retendo (PAES, 2013). Ao total se obteve 5 amostras, duplicatas de 1 hora e 30 minutos, uma extração de 1 hora e 30 minutos com sistema de refluxo tampado e duplicatas de 2 horas.

Figura 4: Extração com água destilada.



7.1.2 Extração com hidróxido de sódio e sulfito de sódio

Inicialmente foi preparada as soluções de 5% de hidróxido de sodio (NaOH) e sulfito de sódio (Na₂SO₃) a partir de 25 ml de soluto em 500 ml de água (Figura 5). Com isso a soluções de NaOH e Na₂SO₃ foram empregadas como extrator em busca de um melhor rendimento, seguindo os mesmos processos de extração com o sistema de refluxo aberto, descritos na utilização da água como extrator. Juntamente os dois tiveram o mesmo volume de perda em questão da água, entretanto os dois apresentaram uma característica semelhante, distintos da água, o substrato de ambos chegou a estender-se sobre o sistema, porém o NaOH acabou se sobressaindo comparado com o Na₂SO₃ (PAES, 2013).

Figura 5: Extração sob refluxo: a) Extração com NaOH como solvente; b) Extração com Na₂SO₃ como solvente.



7.2 Quantificação

Com relação ao índice de Stiasny, que expressa a porcentagem dos sólidos que reage com o formaldeído, empregando 1 hora e meia de extração o extrato obtido em água apresentou maiores resultados (Tabela 1), pode se observar contudo que o sistema fechado se

manteve com o índice muito aproximado ao do sistema aberto, descartando a possibilidade de perda de material por volatilização.

Tabela 1: Valores médios do teor de sólidos totais - TST; índice de Stiasny; teor de taninos condensados - TTC; e teor de não-taninos para cada solução empregada.

Tempo	Índice de Stiasny (%)		TST (%)		TTC (%)	
	1h30min	2 horas	1h30min	2 horas	1h30min	2 horas
NaOH	58,870	58,241	7,85	3,675	3,96	2,38
Na ₂ SO ₃	56,536	61,139	7,00	3,885	4,63	5,05
H ₂ O	62,244	57,744	1,79	4,240	1,11	2,45
H ₂ O com tampa	59,677		0,95		0,57	

Em contraste a solução de sulfito de sódio obteve o menor índice de stiasny porém maior TST e TTC em relação a água, o que condiz com Gonçalves e Lelis (2001), mostram que ao trabalharem com a madeira e casca de cinco espécies florestais encontram extratos tânicos extraídos com a água um maior índice de Stiasny que aquele obtido com sulfito de sódio e concluem que o sulfito de sódio extrai outras substâncias não-tânicas presentes nas cascas ou madeiras, como açúcares, aminoácidos e pectinas, podemos relacionar deste modo a questão do sulfito obter um teor de sólidos totais mais elevado em relação da água em conjunto dizer que o NaOH possui a mesma característica sendo seu valor de TST superior aos demais. No entanto, Mori et al. (2003) observaram que o emprego da solução de sulfito proporcionou um maior índice de Stiasny (presença de compostos fenólicos) em relação à extração com hidróxido, o que condiz com apenas os dados obtidos na extração de 2 horas.

O maior valor de TTC, que representa o teor de taninos condensado, sendo ele o produto do TST pelo índice de Stiasny, foi obtido pela extração de 2 horas com a solução de Na₂SO₃, tendo a solução de água o menor valor em 1 hora e meia, e o NaOH em 2 horas. Com o uso do Tukey concluímos que o melhor experimento foi de 2 horas com o extrator Na₂SO₃, Mori et al. (2003) ao trabalharem com cascas e madeira de barbatimão obtiveram a mesma conclusão que a solução de sulfito de sódio foi mais eficiente que a de hidróxido, por proporcionar uma maior presença de compostos fenólicos no extrato obtido. Percebe-se então que as soluções de hidróxido e de sulfito e extraíram as maiores quantidades de substâncias, e a água a menor. Estes resultados estão em conformidade com os apresentados por Gonçalves e Lelis (2001) Paes (2013), onde as soluções de sulfito de sódio extraem maiores quantidades de substâncias que a água.

Entretanto os valores obtidos nas pesquisas anteriores em relação a nossas amostras, foram superiores. Isto pode vir a ocorrer por alguns fatores, em questão das amostras do extrato de uma das pesquisas serem concentradas, podendo causar o aumento de reação com o formaldeído, tanto quanto em relação a quantidade produzida em cada pesquisa, como também ser função da idade das árvores estudadas ou mesmo da época de coleta das cascas, que segundo Paes (2013) pode afetar a concentração de taninos presentes na casca.

Ao compararmos o efeito da água com o das demais soluções utilizadas, verificou-se que a adição de hidróxido de sódio, sulfito de sódio, causou um aumento no TST, no TTC e uma redução no índice de Stiasny. Os valores do teor de taninos condensados, que expressam a quantidade de taninos que é extraída pelas diferentes soluções aquosas, foram analisados estatisticamente com ANOVA. A análise de variância não acusou significância entre as soluções extratoras empregadas, apontando a solução de sulfito como a de melhor rendimento.

Nos papéis filtrados pode se observar que a uma diferença na intensidade da cor marrom bem visível. Essas diferenças nos papéis filtros está relacionada com os resultados da quantificação, as mais escuras acabam tendo um resultado mais gratificante comparada à mais claras, mas esta hipótese foi completamente refutada com os resultados obtidos.

Figura 6: Papel filtro do extrato de H₂O 1h30min (A), 2h (B), NaOH 1h30min (C), 2h (D); Na₂SO₃ 1h30min (E), 2h (F).



Um dos motivos de ter acontecido essa diferença está relacionada ao tempo. A intensidade da cor também mostrou diferenças nos resultados, que quanto mais intensa a cor maior seria o índice de stiasny, menor o teor de sólidos totais (TST) e teor de taninos condensados (TTC), mas só ocorre quando comparado H_2O com $NaOH$.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por alguns dos motivos, principalmente a falta de tempo, não foi viável empregar testes da substância tanino no efluente têxtil e compará-la a eficiência de um coagulante químico, conseqüentemente a hipótese na qual um coagulante natural teria a mesma eficácia que um coagulante químico foi refutada.

Entretanto, podemos corroborar nossa hipótese ao dizer que o tipo de extração das cascas de eucalipto *Eucalyptus grandis* é o mais eficaz e viável para a extração do tanino, devido a espécie ser abundante em nossa região e em conjunto obteve uma concentração

considerável de taninos, afirmando outra de nossas hipótese onde tal extração poderia ser uma alternativa para tratamentos de efluentes.

Em conclusão a extração empregando soluções de NaOH e Na₂SO₃ tiveram melhores resultados no TCC em relação a água corroborando nossa última hipótese, possibilitando assim a afirmação que o Na₂SO₃ foi superior aos resultados dos outros métodos utilizados.

Referente ao tipo de extração empregado através do condensador de refluxo se mostrou consideravelmente eficaz e viável, o grupo teve uma fácil adaptação para a utilização do mesmo, juntamente a isso a utilização de bombas a vácuo, estufas e demais processos utilizados, por mais simples que pareçam, acrescentaram em muito a experiência laboratorial de todos os integrantes do grupo.

Após realizar a presente investigação, concluímos que seria importante a continuação do projeto, já que o mesmo está diretamente ligado a nossa instituição e a forma de tratamento dos resíduos têxteis, a continuação do projeto também concluiria ou refutaria a perspectiva teórica já abordada, testando sua eficácia prática do uso de um coagulante natural para o tratamento dos resíduos.

9 REFERÊNCIAS

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>. Acessado em 29 de Outubro de 2017.

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 23 de setembro de 2017.

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 2017

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 2017.

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_CO_ALM_2012_2_01.pdf>. Acessado em 27 de Outubro de 2017.

DÔRES, Rosana Gonçalves Rodrigues Das. **Determinação de compostos fenólicos *dimorphandra mollis* benth.** 2007. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/10774363-Rosana-goncalves-rodrigues-das-dores-analise-morfologica-e-fitoquimica-da-fava-d-anta-dimorphandra-mollis-benth.html>>. Acessado em 06 de Outubro de 2017.

GONÇALVES, Celso de Almeida; LELIS, Roberto Carlos Costa. **Teores de taninos da casca e da madeira de cinco leguminosas arbóreas.** 2001. Disponível em <<http://www.floram.org/files/v8n%C3%BAnico/v8nunica21.pdf>> Acessado em

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 01 de Novembro de 2017.

KLUMB, Alberto Kuhn; FARIA, Osvaldo Luís Vieira. **Produção de coagulante vegetal catiônico a partir de cascas de eucalipto.** 2012. Disponível em: <<http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/4244/Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20coagulante%20vegetal%20cati%C3%B4nico%20a%20partir%20de%20cascas%20de%20Eucalipto%20%28Eucalyptus%20tereticornis%29.pdf?sequence=1>> Acessado em 16 de Setembro de 2017.

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 Acessado em 20 de Outubro de 2017.

MORI, Fábio Akira. **Influência do sulfito e hidróxido de sódio na quantificação em taninos da casca de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*).** Cerne, Lavras, v. 10, n.1, p. 86 - 92. 2003. Disponível em <<http://www.floram.org/files/v10n1/v10n1a9.pdf>> Acessado em

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 2017.

NETO, Henrique Martins. **Tratamento de efluentes nas indústrias têxteis.** 2014. Disponível em: <<http://www.revistatae.com.br/7460-noticias>>. Acessado em 16 de Setembro de 2017.

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.

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/10183/26026/000754_989.pdf?sequence=1> Acessado em 30 de Setembro de 2017.

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 2017.

SANTOS, Janaci. **Taninos**. Recife, PE, 2010. Disponível em:<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA2_wAJ/tanino> Acessado em 27 de Outubro de 2017.

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://drive.google.com/drive/folders/0Bxr6amjry-9qaGxGbmc5RHNmemc>> Acessado em 30 de Setembro de 2017.

SARTORI, Caroline Junqueira et al. **Rendimento gravimétrico em taninos condensados nas cascas de anadenanthera peregrina em diferentes classes diamétricas**. *Cerne*, Lavras, v. 20, n. 2, p. 239-244. 2014. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/cerne/v20n2/09.pdf>> Acessado em

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>. Acessado em 27 de Outubro de 2017.