

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE UNIDADE
ACADÊMICA ESPECIALIZADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

DINÁ GARCIA DE SOUZA

QUANTIFICAÇÃO DE TANINOS DA *Mimosa caesalpinifolia* Benth. EM FUNÇÃO
DA IDADE E SEU POTENCIAL PARA TRATAMENTO DE ÁGUA

Macaíba-RN

2021

DINÁ GARCIA DE SOUZA

QUANTIFICAÇÃO DE TANINOS DA *Mimosa caesalpinifolia* Benth. EM FUNÇÃO
DA IDADE E SEU POTENCIAL PARA TRATAMENTO DE ÁGUA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientadora: Prof. Dra. Tatiane Kelly Barbosa de Azevedo Carnaval

Coorientadora: Ma. Bruna Rafaella Ferreira da Silva

Prof. Dra. Tatiane Kelly Barbosa de Azevedo Carnaval
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Orientadora

Prof. Dra. Juliana Lorensi do Canto
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Ma. Bruna Ferreira dos Anjos
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Macaíba – RN

2021

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial Prof. Rodolfo Helinski -
Escola Agrícola de Jundiá - EAJ

Souza, Diná Garcia de.

Quantificação de taninos da *Mimosa caesalpinifolia* Benth. em função da idade e seu potencial para tratamento de água / Diná Garcia de Souza. - 2021.

46f.: il.

Monografia (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, curso de Engenharia Florestal. Macaíba, RN, 2021.

Orientadora: Profa. Dra. Tatiane Kelly Barbosa de Azevedo Carnaval.

Coorientadora: Ma. Bruna Rafaella Ferreira da Silva.

1. Substâncias tânicas - Monografia. 2. Árvore sabiá - Monografia. 3. Coagulação - Monografia. 4. Floculação - Monografia. I. Carnaval, Tatiane Kelly Barbosa de Azevedo. II. Silva, Bruna Rafaella Ferreira da. III. Título.

Meus pais, mais uma etapa concluída. Posso dizer que vocês me deram asas e eu voei com a certeza que sempre estariam lá quando eu precisasse. Sinto-me privilegiada por ter vocês, meu muito obrigado por tudo que fazem por mim, por serem exatamente como são, por terem feito tudo como fizeram e por terem me dado à oportunidade de chegar até aqui.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre fazer o melhor por mim, me dando condições de chegar até aqui com muita fé e convicção na sua palavra e nas suas misericórdias que duram para sempre;

Aos meus pais, Francisco Claudio Tenório de Souza e Luzeni Garcia da Silva Souza por sonharem e realizarem esse sonho junto comigo, por toda a paciência e dedicação, ensinamentos, esforços e renúncias;

Ao meu noivo Bruno de Oliveira Costa, por todo apoio desde o início da graduação, que sempre com toda dedicação e amor me incentivou e auxiliou nessa jornada;

Aos meus irmãos, Larissa, Claudia, Claudio e Wilana, por todo o incentivo e motivação que me deram ao longo dessa jornada, sempre do meu lado;

A toda minha família, que sempre me ajudou quando precisei, sendo à base dos meus princípios, em especial aos meus avós Luzenário Andrade, Hozani Constantino e aos saudosos Luzenário Garcia e Maria Tenório que ficariam muito felizes se estivesse aqui fisicamente;

À instituição Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pelo ensino e oportunidades oferecidas ao longo do curso;

À minha Orientadora Tatiane Kelly Barbosa de Azevedo Carnaval, por toda ajuda, ensinamentos e dedicação ao longo do curso, por ser mais que uma orientadora, por ser um grande exemplo de ser humano;

À minha Coorientadora Bruna Rafaella, por todo apoio e ajuda na produção desse Trabalho, sempre se mostrando disponível e atenciosa ao me ajudar, meu muito obrigado;

À PIBIC-UFRN, pela oportunidade de desenvolver esse projeto ao longo da graduação se fazendo tão importante para a formação profissional do aluno;

À Escola Agrícola de Jundiá, por todo suporte durante a essa jornada com uma estrutura maravilhosa para compor o aprendizado do aluno;

Aos grupos GTMad e Os Filhos de Tati, por toda parceria nas realizações das pesquisas durante essa jornada, em especial a João Paulo Gomes que sempre me ajudou, motivou e esteve presente quando precisei;

Aos amigos que a graduação meu deu, Adauto, Arthur, Jessica, Giuliane e Sthefany por toda a parceria e amizade confortante e cheia de amor;

À Osielly e Claudio por todo apoio inicial e acolhimento para a realização desse sonho, meu muito obrigado;

Às minhas amigas Vanessa e Ionara Gicelle, por todo apoio, amizade e compreensão ao longo dessa jornada;

Ao meu amigo e professor do Ensino Médio Francker Duarte, por todo incentivo e ajuda para poder ingressar na Universidade e sair formada;

Agradeço a todos que por sua vez contribuíram de forma direta e indireta para essa realização.

*“Bendito seja o Senhor que não rejeitou a minha oração e
nem desviou de mim a sua misericórdia.”*

(Salmos 66:20)

RESUMO

Os Taninos são substâncias fenólicas, que estão presente nas várias partes das plantas e apresentam diversas utilidades. Esse estudo teve como objetivo analisar as concentrações de taninos presentes na casca da *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth em função da idade e seu potencial para tratamentos de água. As cascas foram coletadas no município de Macaíba/RN, secas ao ar, moídas e classificadas, utilizando a porção que passou pela peneira de 16 “mesh”. Na extração foram utilizadas 25g de casca em 250 mL de água. O extrato obtido foi peneirado e filtrado, em seguida, foram determinados o teor de sólidos totais, índice de Stiasny e o teor de taninos condensados. O tratamento de água se deu pela análise de turbidez para a determinação da eficiência na remoção de partículas indesejadas. Foi preparada a parte aquosa usando efluente coletado no açude da Escola Agrícola de Jundiá com diferentes proporções de sulfato de alumínio $Al_2(SO_4)_3$ e tanino, colocado em becker e postos a vários níveis de agitação no jar-test, realizados no laboratório de química da UFRN. O teor de taninos condensados na casca do sabiá reduziu ao longo dos anos, visto que, com seis anos de idade o sabiá apresentou seu maior índice de taninos na casca (8,38%) e reduziu nos anos seguintes. A proporção do coagulante natural usado resultou uma baixa remoção da turbidez, comparado com a turbidez inicial, sendo 13,8% de remoção, quanto ao pH não houve alteração, diferente do coagulante químico que apresentou alteração do pH do efluente, porém são necessários mais estudos com outras concentrações e uma água inicial mais turva para melhores resultados.

Palavras-Chave: Árvore sabiá, substâncias tânicas, coagulação, floculação.

ABSTRACT

Tannins are phenolic substances, which are present in various parts of plants and have different uses. This study aimed to analyze the tannin concentrations present in the Mimosa caesalpiniaefolia Benth bark as a function of age and its potential for water treatments. The husks were collected in the city of Macaíba/RN, air dried, ground and classified, using the portion that went through a 16 mesh sieve. In the extraction, 25g of bark in 250 mL of water were used. The obtained extract was sieved and filtered, then the total solids content, Stiasny index and the content of condensed tannins were determined. The water treatment was carried out by turbidity analysis to determine the efficiency in removing unwanted particles. The aqueous part was prepared using effluent collected in the weir of the Escola Agrícola de Jundiá with different proportions of aluminum sulphate $Al_2(SO_4)_3$ and tannin, placed in a beaker and placed at various levels of agitation in the jar-test, carried out in the chemistry laboratory of UFRN. The content of condensed tannins in the bark of the thrush decreased over the years, since at six years of age the thrush presented its highest level of tannins in the bark (8.38%) and decreased in the following years. The proportion of natural coagulant used resulted in a low removal of turbidity, compared to the initial turbidity, with 13.8% removal, as for the pH there was no change, unlike the chemical coagulant which showed a change in the pH of the effluent, but more is needed studies with other concentrations and a more turbid starting water for better results.

Keywords: *thrush tree, tannic substances, coagulation, flocculation.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área experimental da Escola Agrícola de Jundiá (EAJ).....	13
Figura 2. Retirada da casca da <i>Mimosa caesalpinifolia</i> para posterior processo de moagem.....	14
Figura 3. Processo de extração das substâncias tânicas em água destilada.....	15
Figura 4. Primeira etapa do ensaio com o coagulante químico, taninos e a testemunha.....	18
Figura 5. Testes com misturas dos coagulantes, tanino e Sulfato de Alumínio.....	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Proporção dos coagulantes utilizados no tratamento de água.....19

Tabela 2. Valores médios de TST, I e TTC.....19

Tabela 3. Proporções dos coagulantes para o tratamento da água.....22

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Turbidez final de todos os testes na primeira etapa do experimento.....	21
---	-----------

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVOS.....	3
2.1	Geral.....	3
2.2	Específico.....	3
3	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
3.1	Bioma Caatinga.....	4
3.2	Sabiá (<i>Mimosa caesalpinifolia</i>).....	5
3.3	Taninos vegetais.....	8
3.4	Quantificação de taninos.....	8
3.5	Utilização dos taninos.....	9
3.6	Tratamento de água.....	11
4	METODOLOGIA.....	13
4.1	Área de estudo.....	13
4.2	Coleta de dados.....	13
4.3	Extração de substâncias tânicas.....	14
4.4	Extração de taninos para tratamento de água.....	17
4.5	Uso do de taninos para tratamento de água	17
5	RESULTADOS E DISCURSÃO.....	19
5.1	Quantificação dos taninos.....	19
5.2	Tratamento de água.....	21
6	CONCLUSÃO.....	24
7	REFERÊNCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

Os taninos são substâncias polifenólicas, solúveis e biodegradáveis, resultante do metabolismo secundários das plantas. Tal substância é encontrada nas plantas, podendo estar distribuídas em suas repartições, como o lenho, casca, folhas, galhos, semente e seiva (PANSWIN et al., 1962; HASLAM, 1996). Essas substâncias podem ser divididas em dois grupos, sendo eles: hidrolisáveis, que são poliésteres da glicose e são classificados como galo ou elágico (PIZZA, 1993), ou como condensados, constituídos por monômeros do tipo catequina e conhecidos por flavonóides (HASLAM et. al., 1993). É constatado que os indivíduos vegetais e as partes das plantas possuem teores de taninos variados (BATTESTIN, MATSUDA e MACEDO, 2004).

De acordo com o SNIF (2019), o Brasil é considerado um dos principais países com uma significativa quantidade de recursos florestais. Dentre eles, tem-se a região semiárida, com uma extensão territorial de aproximadamente 844.543 km², e apesar da grande abrangência, é a menos estudada e protegida das composições florísticas brasileiras (MMA, 2016). A falta de conhecimento sobre as espécies e, conseqüentemente, a ausência de manejo adequado, gera um maior índice de degradação da Caatinga, registrando 46% de degradação em sua vegetação natural (SANTOS et al., 2019).

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro e papel importantíssimo como fornecedora de produtos madeireiros, como a lenha, estacas e material para construções diversas, e para os produtos não madeireiros, a exemplo dos frutos, sementes, seiva e taninos vegetais. (PANSWIN et al., 1962; HASLAM, 1996). Neste bioma, algumas espécies se destacam por apresentarem elevado percentual de taninos condensados em suas cascas, como a Jurema-vermelha (*Mimosa arenosa*) com 18,11%, a Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) com 17,74%, o Angico vermelho (*Anadenanthera colubrina*) com 11,89% e o Cajueiro (*Anacardium occidentale*) com 19,83% (PAES, et al., 2006; GONÇALVES e LELIS, 2001).

Na Caatinga existem outras espécies com potencial tanífero, como a exemplo da *Mimosa caesalpinifolia* Benth, que é popularmente conhecida por Sabiá é uma espécie arbórea e decídua, tendo preferência por solos profundos (LORENZI, 2000). A planta é

nativa da região Nordeste do Brasil e do bioma Caatinga (AZEVEDO et al., 2017). Com potencial econômico elevado a espécie é utilizada para forragem e no setor madeireiro, com sua utilização para cercas, carvão e lenha, sendo justificado pela sua alta densidade (LINS et al., 2020). Além disso, a espécie possui potencial de produção de taninos vegetais em suas cascas (8,38%) (AZEVEDO et al., 2018). Devido à espécie angico vermelho ser a única utilizada comercialmente na região Nordeste, é interessante realizar mais estudos acerca da produção de taninos da *M. caesalpinifolia*, de maneira que possa reduzir a exploração intensa do angico. Além disso, não existem estudos silviculturais que indiquem a melhor idade para coletar as cascas da espécie e obter uma maior concentração de taninos vegetais, logo, é de interesse descobrir o melhor período para obter essa condição e também testar esses taninos em diferentes aplicabilidades, como no tratamento de água.

O tratamento de água consiste nos processos de coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção (GITIS e HANKINS, 2018), em que na coagulação acontece a adição de produtos químicos, responsáveis pela formação de flocos (SHIN et al., 2008). Dentre eles, tem-se o sulfato de alumínio, que possui alta eficácia no que tange a remoção de cor e turbidez, porém apresenta desvantagens quanto ao pH e a alta produção de iodo não degradável na água tratada. De acordo com estudos realizados por Wang et al. (2016), o sulfato de alumínio é comprovadamente neuro tóxico, estando diretamente relacionado à provocação de doenças, como o mal de Alzheimer.

Assim, surge o interesse em utilizar coagulantes alternativos aos tradicionalmente utilizados, como o uso de coagulantes naturais derivados de fontes renováveis, como aqueles retirados de plantas, no qual representa um grande desenvolvimento nas questões sustentáveis e tecnológicas ambientais (MARTINS et al., 2014). Atualmente os taninos da espécie *Acacia mearnsii* (acácia-negra) são um dos mais utilizados comercialmente na indústria de tratamento de água, devido sua efetividade em ampla faixa de pH, não acrescentar metais ao processo e não é necessário o uso de alcalinizantes (como soda ou cal) (CRUZ, 2005).

Esse estudo ressalta a importância da *M. caesalpinifolia*, natural da Caatinga e de vasta ocorrência no Nordeste brasileiro, apresentando um rápido crescimento e resistência a altas temperaturas. Por isso, se faz necessário estudá-la a fim de identificar outra espécie com potencial tanífero, além da *Acacia mearnsii*, para quantificação e através disso

identificar se há aumento de produção de taninos em função da idade, além de verificar a eficácia do seu uso no tratamento de água.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Quantificar os taninos presentes na casca do Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) em função da sua idade (6, 7 e 9 anos), e aplicá-los no tratamento de água para abastecimento.

2.2 Específico

- Determinar o teor de sólidos totais (TST), índice de Stiasny (I) e teor de taninos condensados (TTC) da casca do Sabiá em função da idade da planta;
- Verificar em qual idade o Sabiá apresenta o maior percentual de taninos em sua casca;
- Aplicar os taninos extraídos no tratamento de água, avaliando o pH e a turbidez da mesma.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Bioma Caatinga

A Caatinga está localizada no semiárido do Nordeste brasileiro, sendo a vegetação predominante composta principalmente por espécies caducifólias (SAMPAIO, 1995).

Segundo CCD (1995), a Caatinga possui uma vegetação que é responsável por cobrir a maior parte da área com clima semiárido da região Nordeste brasileiro e por causa das características ambientais que a afetam, existem plantas com características desuniformes. Sua distribuição é realizada de tal modo que suas áreas de ocorrência têm um grau de sobreposição razoável. O clima é considerado irregular, principalmente na distribuição de chuvas, pelo fato de que, mesmo no período chuvoso, podem ocorrer estiagens e tudo isso adicionado às altas temperaturas e luminosidade intensa ocasiona estresse para as espécies vegetais. Por causa do seu clima seco, a Caatinga vem sofrendo um progressivo e excessivo processo de degradação ambiental, onde especificamente a partir da década de 1970, ficou conhecido internacionalmente como desertificação. Este tipo de degradação ocorre exclusivamente em zonas de clima árido, semiárido e subúmido seco, são justificadas pelas variações climáticas e das atividades humanas, atingindo os solos, os recursos hídricos, a vegetação, a biodiversidade e a qualidade de vida da humana (CCD, 1995).

Desde a antiguidade esse bioma é considerando um ambiente de pouca riqueza biológica (ABÍLIO, FLORENTINO e RUFFO, 2010), porém há quem discorde, visto que sua biota ainda é pouco explorada e possui uma vasta diversidade, como qualquer outro bioma do mundo (SILVA e FONSECA, 2004), rica em endemismos e bastante heterogênea em diversidade biológica (ALVES et al., 2013).

Os trabalhos de Andrade Lima (1981,1989) foram um marco na história da Caatinga, pois chamaram a atenção para a riqueza da flora que nela existe, com destaque nos exemplos fascinantes de adaptações das plantas aos habitats semiáridos. Dessa forma, esse bioma vem se destacado pela sua grande diversidade de espécies vegetais, muitas endêmicas do bioma, e outras que podem explicar e justificar relações biogeográficas que auxiliam no esclarecimento da dinâmica histórica vegetacional da própria Caatinga e de todo o leste da América do Sul. Prado (1991) apresentou a lista mais ampla de espécies de angiospermas endêmicas da Caatinga, que relacionou 12

gêneros e 183 espécies endêmicas, e mostrou as fortes relações florísticas que existem entre esse bioma e outros tipos vegetacionais da América do Sul. Queiroz (2002) chegou à conclusão que a família com maior número de espécies endêmicas (80) é a Leguminosae (Fabaceae), sendo o grupo mais bem representado nas áreas de Caatinga.

3.2 Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.)

De acordo com Lorenzi (2000), o sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.), ou sansão do-campo, é uma espécie nativa do Nordeste brasileiro e pertencente à família Fabaceae e sub família Mimosaceae, considerada uma espécie pioneira, heliófita, decídua, de preferência por solos profundos, tanto em formações primárias quanto em secundárias, e por esta razão é bastante utilizada e recomendada para recomposição de áreas degradadas. O autor ainda relata que sua madeira apresenta características ornamentais e é usada para mourões, estacas, postes, lenha, carvão, cerca viva e na proteção e delimitação de áreas, por causa da presença de acúleos. Na época seca suas folhas se tornam a principal fonte de alimento para o gado no semiárido. Tem ocorrência natural nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Piauí e parte do Maranhão e de Pernambuco, e na chapada do Araripe, divisa com o Ceará (DRUMOND, 2010).

Sua propagação é realizada principalmente através de sementes e regeneração por brotação, iniciando a partir de sete dias após o corte do tronco (RIBASKI e LIMA, 1997). No entanto, suas sementes possuem altos níveis de dormência tegumentar. Para a superação da dormência são recomendadas escarificações mecânicas e químicas, como também imersão das sementes em água quente (OLIVEIRA et al., 2003).

A eficiência de cada tratamento está inteiramente relacionada ao seu grau de dormência, que pode variar entre diferentes espécies, procedências e período de coleta. Todos esses tratamentos apresentam vantagens e desvantagens para a semente, por isso, se faz necessário serem estudados antes da aplicação. Essa característica de tegumento duro apresenta consideráveis problemas aos viveiristas que focam em uma germinação rápida e uniforme, no entanto, a impermeabilidade da cobertura não é o principal problema para germinação, é possível que fatores endógenos também possam limitar a capacidade fisiológica do embrião (MOUSSA et al., 1998).

Laranjeira (1997) destaca que a *M. caesalpinifolia* é considerada uma das leguminosas arbóreas de alto destaque e potencial devido a sua resistência a estiagens prolongadas, crescimento rápido e alto teor proteico das folhas. Alves et al. (2004) acreditam que as pastagens naturais no Nordeste podem ser melhoradas com uso adequado de leguminosas arbóreas de alto valor proteico e capacidade de suporte como esta. A partir dos 4 a 6 anos de idade o sabiá já pode ser explorado, sendo extensamente cultivado por sua rusticidade e incremento rápido. Um sabiazal manejado de forma correta é capaz de produzir até 4 mil estacas ou uns 40 m³ de lenha para combustível e carvão (TIGRE, 1970). A *M. caesalpinifolia* se destaca no Nordeste como uma das principais fontes de estacas para cercas, além de fonte de energia (carvão e lenha), em função da alta densidade (0,87 g cm⁻³) e teor de carbono fixo de aproximadamente 73% (RIBASKI et al., 2003).

Os aspectos morfológicos da *M. caesalpinifolia* contam com copa espalhada e pouco densa, muito ramificada e presença de aculeados; casca com ritidoma desprendendo-se por tiras alongadas longitudinais, as quais se descamam aos poucos em lâminas estreitas e delgadas; folhas são compostas bipinadas, alternas, geralmente com seis pinas opostas (RIZZINI, 1976). As inflorescências são em formato de espigas cilíndricas, flores bissexuais, brancas, pequenas e suavemente perfumadas e fruto é um craspédio articulado plano (LIMA, 1985). A semente variando em forma, de ovóide a oblonga e orbicular, dura e lisa; tegumento de cor castanho-claro a marrom, de superfície lisa lustrosa (FELICIANO, 1989). O sistema sexual dessa espécie é monóica e polonizada essencialmente a abelha africanizada *Apis mellifera* (NORONHA, 1997).

3.3 Taninos vegetais

Os taninos vegetais são substâncias que estão presentes em várias partes da planta, como frutos, sementes, raízes, cerne da madeira e na casca de diversas espécies florestais, e são conhecidos por serem naturais (PAES et al., 2006a, 2006b). É considerado o constituinte vegetal mais abundante após a celulose, hemicelulose e lignina (RANA e BHAT, 2005). Tais compostos são produzidos pelas plantas superiores e reconhecidos pela coloração escura das folhas quando esmagadas e por seu sabor adstringente (KUMARIET, 2006).

Mello e Santos (2001) visualizaram através da estrutura química dos taninos que eles podem ser classificados em dois grupos, sendo eles hidrolisáveis e condensados. Os

hidrolisáveis são constituídos por ésteres de ácidos gálicos e ácidos elágicos glicosilados, se formando a partir do chiquimato, no qual os grupos hidroxila do açúcar são esterificados com os ácidos fenólicos. Ainda de acordo com os autores, os taninos condensados são ou proantocianidinas são polímeros de flavan-3-ol e/ou flavan-3,4-diol, resultados do metabolismo do fenilpropanol (6,20-23). Conhecidos por apresentar pigmentos avermelhados como cianidina e delphinidina, e uma abundância estrutural, consequente de padrões por substituições entre unidades flavânicas, variedade de posições entre suas ligações e a estereoquímica de seus compostos. A ocorrência desse composto é mais comum em angiospermas e gimnospermas, em especial plantas lenhosas. Os taninos condensados são responsáveis por aproximadamente metade da matéria seca da casca de muitas árvores, constituem a segunda maior fonte de polifenóis do reino vegetal, ficando atrás apenas da lignina e são os utilizados em escala comercial.

Sua utilização vem se tornando abrangente ao longo dos anos em função da preocupação com meio ambiente, já que este, substitui agentes químicos (PAES et al., 2010) em determinadas utilizações, a exemplo do furfural (PANSWIN et al., 1962). Seu percentual nas espécies pode variar entre os indivíduos da mesma espécie em função da época de coleta em detrimento da fenologia de algumas plantas (AZEVEDO et al., 2017). Dentre suas diferentes formas de utilização, se destacam: produção de adesivo de madeira (AZEVEDO et al., 2015), indústria de petróleo como agentes de suspensão, dispersantes e fluidificantes em lama de perfuração, controlando a viscosidade de argilas na perfuração de poços (PANSWIN et al., 1962), fabricação de tintas e adesivos especiais para madeira (VIEIRA et al., 2014) e derivados, em países como Austrália e África do Sul (TRUGILHO et al., 1997), além da importância no curtimento de couros e peles (PAES et al., 2006), bastante empregado no Nordeste do Brasil. Além disso, em virtude de suas propriedades antissépticas, vêm sendo testados contra fungos e insetos xilófagos (COUTO, 1996; SHIMADA, 1998) e para fabricação de floculantes e/ou coagulantes e auxiliares de floculação para tratamento de águas e efluentes industriais (SILVA, 1999).

O mercado mundial de taninos vegetais produz cerca de 160 mil t/ano, sendo aproximadamente 100 mil toneladas provenientes de plantios de acácia; o restante advém de outras espécies, como castanheira (origem italiana), quebracho (argentino) e tara (peruano) (QUIMICA, 2005). A espécie florestal mais importante como produtora de tanino vegetal no Brasil é a *Acacia mearnsii*, uma espécie exótica, popularmente conhecida como acácia negra, sendo ela bastante cultivada no estado do Rio Grande do

Sul, no qual no ano de 2016 atingiu uma produtividade de 195.913 toneladas de casca para produção de taninos (IBGE, 2017). Porém, na região Nordeste, o angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina*), é a única fonte de taninos utilizada, sendo empregada nos curtumes tradicionais locais, que exploram exclusivamente suas cascas, visto que, essa espécie é resultante de práticas extrativistas, uma vez que a retirada da casca é realizada sem o manejo adequado, o que quase sempre leva a morte da planta, em função do anelamento da casca no momento da coleta. (PAES et al., 2006a).

Dados do IBGE (2017) mostram que no ano 2016 houve uma quantidade produzida de 95 t de casca de angico vermelho, valor esse 15,2% inferior ao ano anterior, possivelmente devido ao desaparecimento da espécie na paisagem do semiárido Nordestino, como anteriormente relatado por Paes et al. (2006). Por este motivo, algumas espécies estão sendo estudadas com relação à produção de taninos, a exemplo da jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), cajueiro (*Anacardium occidentale*), jurema-vermelha (*Mimosa arenosa*), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), entre outras. Atualmente, esta região vem investindo em plantios florestais para fins madeireiros, como de Eucalipto (*Eucalyptus*) e Acácia (*Acacia*), que apesar de serem exóticas, vem apresentando um bom desenvolvimento, e apresentam boa quantidade de taninos condensados (UCELLA FILHO et al., 2017).

3.4 Quantificação de taninos

Na literatura é possível encontrar diversas metodologias para a quantificação e extração dos taninos, as quais se ajustam ao uso que será dado a esta substância. Com isso, o método de Stiasny é recomendado para avaliação de taninos que serão utilizados para fabricação de adesivo para produtos à base de madeira, enquanto o método do pó de pele é recomendado para taninos destinados ao curtimento de peles (MAKKAR, 2003).

De acordo com Pizzi e Mittal (1994), os métodos para a determinação do rendimento gravimétrico em taninos é no processo de curtimento (consiste em determinar qual a percentagem de sólidos absorvidos pelo couro) e o outro é o Stiasny. Contudo, comparando as normas observam-se algumas divergências metodológicas, além do alto custo para a execução, pois é necessário cumprir algumas exigências como de equipamentos específicos e o uso do pó de pele comercial (PIZZI, 1983). Ainda de acordo com o autor, a determinação por meio do método de Stiasny não é abordada por qualquer norma técnica, por isso se faz necessário as comparações entre ambos os

métodos a para determinar a possibilidade de desenvolver uma metodologia confiável, de fácil execução e de baixo custo. O extrato tânico diluído é tratado sob fluxo em meio ácido e com excesso de formaldeído.

O método de Stiasny não oferece porcentagem exata de material fenólico no extrato, mas é amplamente utilizado, pois tem a vantagem de medidas comparativa com a quantidade de taninos que é capaz de reagir com formaldeído sob condições de formação de adesivos (PIZZI, 1983).

Segundo Hagerman et al. (1997), os taninos são quantificados por vários tipos de ensaios como precipitação de metais ou proteínas e por métodos colorimétricos, sendo este o mais comum, mesmo que alguns sejam usados para quantificar grupos de taninos específicos. De todos os métodos de quantificação colorimétricos em fenóis totais que existem, o mais utilizado é o Folin-Ciocalte, pois é considerado mais prático e dispendioso (AMORIM et. al., 2008).

As metodologias destinadas às quantificações de substâncias tânicas se baseiam no uso do pó de pele como agente detanizador, que seguem um padrão propostos por organismos normatizadores (American Society for Testing and Materials (ASTM), Indian Standards Institution (ISI), Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e International Organization for Standardization (ISO)). Para a extração dos compostos fenólicos é levado em consideração à padronização granulométrica das amostras, a parte da planta que foi colhida, os solventes utilizados e a metodologia aplicada (SARTORI, 2012).

Durante os processos de quantificação também pode ocorrer à extração de outras substâncias, como as pectinas, aminoácidos e açúcares. Esse mesmo problema surge quando na quantificação ocorre dificuldade de isolamento dos compostos tânicos (CALEGARI et al., 2016).

3.5 Utilizações dos taninos

Os taninos vegetais apresentam diversas utilidades na indústria, dentre elas, tem-se o curtimento de couro, atividade bastante realizada no nordeste brasileiro, em que a extração do tanino vem da espécie do angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina*). A prática de uso dos taninos para a preparação e curtimento de couro é considerada tradicional, sendo utilizados principalmente na confecção de vestimentas comuns entre vaqueiros. Tal uso, produzidos em escala comercial e com alto nível tecnológico, parece ser cada vez mais comum em grandes curtumes. (MEUNIER e FERREIRA, 2015).

Uma das grandes vantagens dos taninos na produção animal são nas chamadas barreiras para herbívoros, agindo contra os ataques de pássaros em sorgo, proporcionando resistência aos fungos causadores de podridão no grão antes da colheita e contra insetos. A sua principal desvantagem é o efeito antinutricional, causando pelo complexo tanino-proteína (PARRA POZO, 1997).

Segundo Vidal-Campello et. al., (2021) é viável a utilização do tanino de eucalipto para curtimento de pele de peixe na obtenção de artesanato. Apresentando metodologia simples e de baixo custo para ser trabalhadas em comunidades de pescadores e artesão. Recentemente também foi comprovada a eficiência dos taninos de algumas espécies como ação inibitória contra diferentes espécies de microrganismos cariogênicos, sem causar toxicidade sobre células eucarióticas ou atividade mutagênica (ARAÚJO et al., 2017).

Os taninos também vêm sendo estudados como prováveis inibidores do processo corrosivo, por sua habilidade em formar complexos tanantes estáveis com os produtos de corrosão na superfície metálica. Peres (2009) constatou que o uso do tanino da acácia negra como inibidor de corrosão é mais expressivo em pH ácido, sendo eficiência inteiramente ligada a concentração de tanino.

Os taninos também podem ser utilizados como defloculante de concreto, redutor de viscosidade de massas e cerâmicas, agente de limpeza química para remoção de óxido de ferro, supressor de oxigênio em caldeiras de tratamento de água, condicionador de lama para perfuração de poços de petróleo, fármacos, cosméticos, entre outros, demonstrando sua diversidade de aplicação (DECUSATI, 2007).

Gonçalves e Lelis (2001) relatam que os taninos condensados são utilizados como alternativa em substituição de adesivos sintéticos por causa da sua característica de precipitar-se com formaldeído, formando assim um polímero de estrutura rígida. Essa reação com o formaldeído apresenta viabilidade para utilização com adesivo, que por sua vez surgem policondensados de alto peso molecular (ROFFAEL & DIX, 1994). O processo acontece devido os polifenóis se ligarem ao formaldeído de forma rápida, justificando e possibilitando sua utilização na indústria de painéis de madeira sob condições normais de colagem e prensagem (PRASETYA & ROFFAEL, 1991).

Outro uso dos taninos condensados é como suplemento natural de alimentos, pois convertem-se em saúde e desempenho dos animais, além de serem uma alternativa nos

períodos de vazio forrageiro com grande potencial sustentável, resultando significativamente a geração de gases prejudiciais (HAQUE, 2018).

Além disso, os taninos vegetais apresentam funcionalidade como coagulantes e floculantes poliméricos catiônicos utilizados na clarificação de águas, através da sua capacidade de neutralizar cargas superficiais de partículas coloidais em suspensão, promovendo sua floculação e sedimentação (CORAL et al., 2009).

3.6 Tratamento de água

A água é considerada um elemento essencial para sobrevivência de seres vivos e está inteiramente relacionada à saúde e à qualidade de vida da população. Para se ter uma água de qualidade para a consumação humana é necessário que as substâncias, elementos químicos e microrganismos sejam reduzidos em concentração ou eliminados, estando adequado aos padrões estabelecidos pela Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde de 2011 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

A ocupação urbana e o adensamento populacional desordenado têm causado preocupações no abastecimento de água, trazendo a tona alerta para problemas futuro com a escassez de água. A falta de tratamento de água e efluentes industriais, agroindustriais e o desperdício de água na irrigação agrícola contribuem para este cenário preocupante. A alta demanda por água potável vem pressionando a necessidade de uma tomada de decisões que envolvam o tratamento de água, esgoto e resíduos, para com isso reaproveitarem os efluentes tratados (BERTONCINI, 2008).

Para o processo de tratamento de água são utilizados coagulantes inorgânicos, sendo os sais de Ferro e de Alumínio os mais comuns pelo fato de apresentarem um alto grau de eficiência na remoção de impurezas. No entanto, o Alumínio é considerado um metal pesado e seu excesso de forma acumulativa contamina os lençóis freáticos e até mesmo as águas superficiais, apresentando problemas ambientais e riscos à saúde humana como, doenças de coordenação motora e demência, Alzheimer e mal de Parkinson (FIORENTINI, 2005).

O tratamento de água conta com o processo coagulação, o qual une as pequenas partículas em agregados maiores, floculando todo material sólido de modo que as impurezas podem ser removidas pelo processo de separação sólido/líquido (JIANG, 2015). De acordo com Di Bernardo (2003), o tratamento de água é estabelecido como conjunto de operações determinado a ajustar as características físico-químicas e biológicas da água bruta, de forma que não cause danos à saúde humana. O tratamento

de água objetiva retirar substâncias que implica na qualidade da água tornando-a limpa, livre de sujeiras e germes (CETESB, 1974).

A clarificação é resultado do processo de coagulação a partir da mistura do coagulante e da água bruta em uma determinada agitação (IMHOFF, 1985). Em seguida ocorre a decantação, que por sua vez é a sedimentação dos coloides pela ação da gravidade (DI BERNARDO, 1993). E a filtração, que corresponde à decantação da água em filtros que elimina os coloides em suspensão (DI BERNARDO, 2003).

Devido às problemáticas acerca dos coagulantes inorgânicos, tradicionalmente utilizados no processo de tratamento de água, os taninos vegetais, constituídos por polifenóis, surgem como alternativa, podendo atuar na coagulação e sedimentação dos contaminantes da água. As moléculas dos taninos no processo de coagulação agem diretamente na eliminação da camada de solvatação, desestabilizam os coloides e reduzindo o potencial zeta, resultando no processo de floculação (DA SILVA (1999).

Segundo Sánchez-Martín et al. (2010), os taninos de Quebracho (*Schinopsis balansae Engl.*), utilizados como coagulantes no tratamento de água após avaliar diferentes combinações de concentração, velocidade e tempo, obtiveram ótimos resultados, podendo atingir até 80% remoção da turbidez utilizando baixas concentrações de coagulante na água.

De acordo com Beltrán-Heredia e Sánchez-Martín (2009), a capacidade do tanino proveniente da *Acacia mearnsii* (acácia negra), da TANFLOC, tem potencial similar ao do coagulante inorgânico sulfato de alumínio na eliminação da turbidez, em demanda biológica de oxigênio (DBO) e na demanda química de oxigênio (DQO), além de reduzir a produção de lodo.

4 METODOLOGIA

4.1 Área de coleta de amostras

As amostras foram coletadas em um plantio experimental de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) localizado na Escola Agrícola de Jundiáí, no município de Macaíba, Rio Grande no Norte Brasil ($5^{\circ}51'30''$ S e $35^{\circ}21'14''$ W) (Figura 1). De acordo com a classificação de Köppen, a região possui clima tropical chuvoso, transição entre os tipos As e BSw, com temperatura média de 27°C , sendo a máxima de 32°C e a mínima de 21°C , umidade relativa média anual de 76% e precipitação pluviométrica que varia entre 863,7 e 1.070,7 mm (IDEMA, 2013).

Figura 1. Plantio de sabiá localizado na área experimental da Escola Agrícola de Jundiáí (EAJ).



4.2 Coleta de dados

O Teor de Taninos Condensados (TTC), Teor de Sólidos Totais (TST) e Índice de Stiasny (I) da *Mimosa caesalpiniiifolia* foram determinados aos seis, sete e nove anos de idade. Para isso, foram coletadas cascas de cinco árvores selecionadas aleatoriamente no plantio, sendo que as amostras foram coletadas aleatoriamente ao longo do tronco, e galhos de cada árvore. Todas as coletas foram realizadas no mês de novembro para cada ano. As cascas foram retiradas com auxílio de facões de forma homogênea e cuidadosa em diferentes partes da planta evitando-se o anelamento (Figura 2).

Figura 2. Retirada de amostras da casca da *Mimosa caesalpinifolia*.

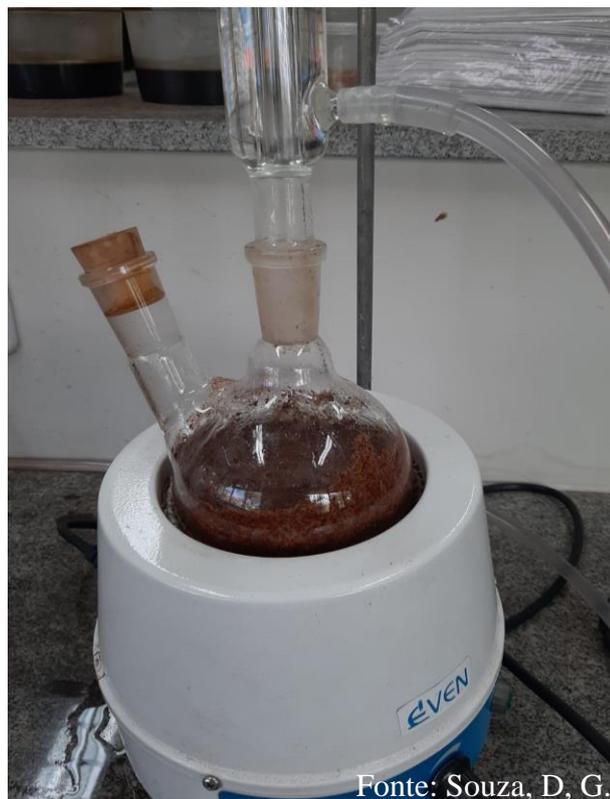


Em seguida as cascas foram secas ao ar e moídas em moinho do tipo Willey, para obter um material de menor granulometria. Os materiais foram classificados e a porção utilizada foi aquela que passou pela peneira de 16 “mesh” (1,00 mm), sendo retida na de 60 “mesh” (0,25 mm). A serragem obtida foi homogeneizada e o teor de umidade (base seca) determinado, para permitir os cálculos, em base seca, do teor de taninos presentes em cada amostra.

4.3 Extração de substâncias tânicas

As substâncias tânicas contidas nos materiais foram extraídas em água destilada. Para as extrações foram tomadas, de cada material, três amostras de 25 g de material seco. As amostras foram transferidas para balões de fundo chato com capacidade de 500 mL, aos quais foram adicionados 250 mL de água destilada (relação 1:10 p/v) e submetidas à fervura, sob refluxo, por duas horas (Figura 3). Cada amostra foi submetida a duas sequências de extrações, a fim de se retirar à máxima quantidade de extrativos presentes.

Figura 3. Processo de extração das substâncias tânicas em água destilada.



Fonte: Souza, D, G.

Após cada extração, o material foi passado em uma peneira de 150 “mesh” (0,105 mm) e em um tecido de flanela, para a retenção de partículas de serragem. O extrato obtido foi homogeneizado e filtrado em funil de vidro sintetizado de porosidade 2. Em seguida, foi completada cada amostra para 500 mL com água destilada e após foram separadas três alíquotas de 50 mL retiradas de cada extrato. Duas alíquotas foram utilizadas para a determinação do teor de taninos condensados (TTC) e a outra foi evaporada em estufa a 103 ± 2 °C por 48 horas, para a determinação da porcentagem de teor de sólidos totais (TST) (Equação 1).

Equação 1:

$$\text{TST(\%)} = \frac{M_i - M_f}{M_i} * 100 \quad (1)$$

Em que: TST(%) = Teor de sólidos totais em porcentagem;

M_i = Massa seca da amostra em gramas;

M_f = Massa do extrato, após a secagem, em gramas.

Para a determinação do teor de taninos condensados (TTC), presente em cada amostra foi empregado o método de Stiasny, descrito por Guangchenget al. (1991). Para

tanto, aos 50 mL do extrato bruto foram adicionados 4mL de formaldeído (37% m/m) e 1 mL de ácido clorídrico concentrado. Cada mistura foi submetida à fervura sob refluxo por 30 minutos. Nestas condições, os taninos formam complexos insolúveis que podem ser separados por filtração simples. Para este caso, foi empregado filtro de papel posto em funil de Büchner de 10 cm de diâmetro e 4 cm de profundidade. O material retido no filtro foi seco em estufa a 103 ± 2 °C por 24 horas, em seguida foi calculado o índice de Stiasny (Equação 2).

Equação 2:

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

Em que: I(%) = Índice de Stiasny em porcentagem;

M1 = Massa de sólidos em 50 mL de extrato;

M2 = Massa do precipitado taninos – formaldeído.

A quantidade de taninos presente em cada amostra foi obtida ao multiplicar o índice de Stiasny pelo teor de sólidos totais (Equação 3).

Equação 3:

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

Em que: TTC (%) = Teor de taninos condensados em porcentagem;

TST = Teor de sólidos totais (Equação 1);

I = Índice de Stiasny (Equação 2).

O teor de não taninos foi obtido pela diferença entre o teor de sólidos totais e o teor de taninos condensados obtido de cada amostra (Equação 4).

Equação 4:

$$TNT (\%) = TST - TTC \quad (4)$$

Em que: TNT (%) = Teor de não taninos

TST = Teor de sólidos totais (Equação 1);

TTC = Teor de taninos condensados (Equação 3);

4.4 Extração de taninos para tratamento de água

A extração dos taninos que foram utilizados no tratamento de água foi a das cascas do acompanhamento de 6 anos de idade, o qual foi extraído em água, à temperatura de

$70 \pm 5^{\circ}\text{C}$, durante duas horas. Nas extrações, para cada 1 kg de casca foram adicionados 5 litros de água (relação 5:1). A amostra foi extraída em banho maria a 60°C por 2h. Cada amostra foi submetida a duas extrações. Assim, a relação final será de 1:10. Após cada extração, o material foi passado em uma peneira com tecido de “silkscreen” e em um tecido de flanela, para a retenção de partículas finas. O extrato obtido foi homogeneizado e posto em bandejas de alumínio de 5 x 40 x 60 cm, em seguida em estufa de ventilação forçada mantida a $70 \pm 3^{\circ}\text{C}$, até a completa evaporação da umidade. O material seco obtido foi moído em um multiprocessador de uso doméstico e peneirado em peneira de 60 mesh.

Assim, esse material foi o escolhido para ser testado no tratamento de água, acreditando-se que irá gerar melhores resultados na remoção da turbidez da água.

4.5 Uso dos taninos no tratamento de água

O experimento foi iniciado com a coleta da água no açude localizado na Escola Agrícola de Jundiá – UFRN. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Química da UFRN, utilizando o equipamento jar-test. As dosagens de coagulantes/floculantes foram otimizadas em função da turbidez e volume de lodo formado. As medidas de pH das amostras de água coletada e tratada foram realizadas utilizando um pHmêtro (marca Hanna instruments®), sendo calibrado diariamente com soluções tampão de pH 4,0, 7,0 e 10,0.

O índice de turbidez das amostras da água bruta e tratada foi determinado utilizando um turbidímetro AP 2000 PoliControl®. Inicialmente foi analisado o índice de turbidez e pH inicial. Estes parâmetros de controle foram adotados como os padrões de comparação para a análise do tratamento e determinação da eficiência na remoção das partículas indesejadas. Após a separação da parte aquosa, foi iniciado o tratamento da água por coagulação.

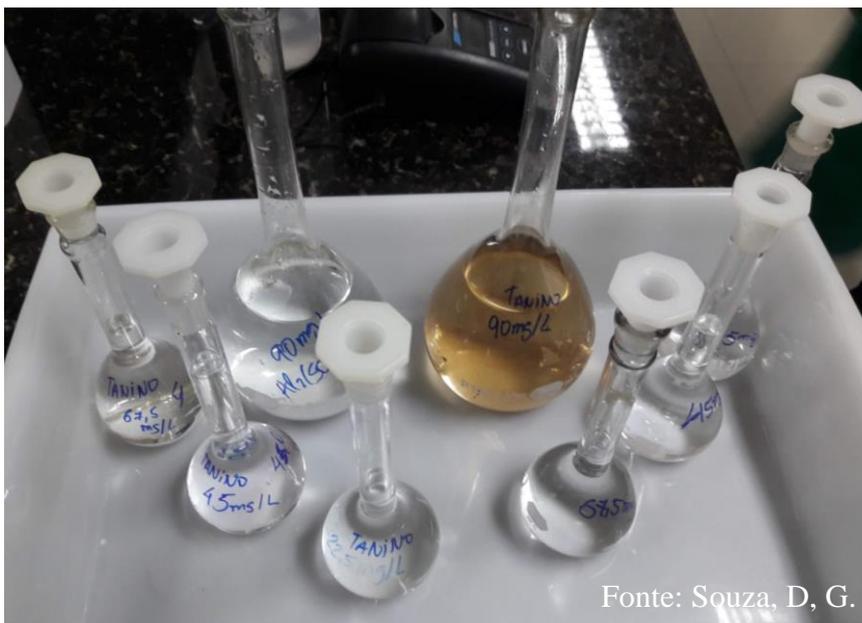
Figura 4. Primeira etapa do ensaio com o coagulante químico, taninos e a testemunha.



Fonte: Souza, D, G.

O processo de tratamento foi iniciado transferindo para um becker a água na sua forma bruta. O processo de tratamento de água foi realizado em duas etapas, a primeira foi executada utilizando os reagentes de forma separadada, usando 30 mL do sulfato de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) e 30 mL de taninos do sabiá, além do teste testemunha, todos os reagentes foram diluídos em 500 mL de água. Foi colocado nos jarros sob agitação de 120 rpm por 2 minutos, depois foi diminuída a agitação do jar-test para 40 rpm mantida por 20 minutos.

Figura 5. Testes com misturas dos coagulantes, tanino e Sulfato de Alumínio.



Fonte: Souza, D, G.

A segunda etapa foi realizada juntando lentamente as soluções de sulfato de alumínio e dos taninos de sabiá, seguindo as proporções apresentadas na Tabela 1, utilizando as mesmas velocidades de agitação.

Tabela 1. Proporção dos coagulantes utilizados no tratamento de água.

Tratamentos	Sulfato de alumínio (mg.L ⁻¹)	Tanino (mg.L ⁻¹)
1	0,0	0,0
2	90,0	0,0
3	22,5	67,5
4	45,0	45,0
5	67,5	22,5
6	0,0	90,0

Ao fim de cada teste, a água foi transferida para Cones Imhoff e foi submetida a um repouso por 60 min para decantação e então, coletas de amostras para análises. Todos os testes foram realizados em triplicata e rodados no programa de estatística BioEstat.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Quantificação dos taninos

Na Tabela 2 é possível observar os valores percentuais médios do teor de sólidos totais, índice de Stiasny, teor de taninos condensados e teor de não taninos extraídos das cascas da *M. caesalpinifolia* aos seis, sete e nove anos de idade.

Tabela 2. Valores médios de teor de sólidos totais, índice de Stiasny, teor de taninos condensados e teor de não taninos.

Sabiá	TST(%)	I(%)	TTC(%)	TNT(%)
6 anos	9,18b	91,27a	8,38a	0,80c
7 anos	5,20c	41,60b	2,16b	3,04b
9 anos	17,66a	20,90c	3,69b	13,97a

Em que: TST= teor de sólidos totais; I=, índice de Stiasny; TTC= teor de taninos condensados; TNT= teor de não taninos.

O Teor de Taninos Condensados (TTC) representa a quantidade de taninos puro presente no material, sendo o parâmetro dominante para qualificar as substâncias tânicas presentes no material pesquisado (LOPES et. al., 2015). Através dos resultados obtidos na Tabela 2, é possível notar que aos seis anos de idade, para a casca da *M. caesalpinifolia*, o TTC foi de 8,38%, se mostrando superior e diferente estatisticamente dos teores encontrados aos sete e nove anos de idade, sendo de 2,16% e 3,69%, respectivamente. Foi observado por Paes et al. (2010) que o teor de taninos condensados encontrado no fruto do angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina*) foi de 10,69%. Considerando que os taninos do angico são altamente comercializados na região Nordeste, e apresentou um percentual de TCC próximo ao do Sabiá, esta espécie poderia surgir como uma alternativa como produtora de taninos aos seis anos de idade, reduzindo a extração predatória da espécie usualmente utilizada. Tendo em vista que se trata de uma espécie que já apresenta diferentes formas de uso, esta poderá ser mais uma de suas aplicações, trazendo maior valor agregado para espécie.

O índice de Stiasny (I) está relacionado ao grau de pureza dos taninos, quanto maior o percentual, menor será a quantidade de outros extrativos presentes, como por exemplo, gomas, açúcares e hemiceluloses, que não reagem com o formaldeído. Por este motivo, o baixo percentual de TNT aos seis anos (0,8%) pode ser em consequência do seu elevado I (91,27%), visto que, de acordo com Ferreira et al. (2009), o TNT expressa a fração de açúcares, gomas e resinas existentes nos extrativos da casca.

Também foi possível observar que nos anos seguintes houve redução do I, para 41,60% aos 7 anos e 20,90% aos 9.

Esse alto I aos 6 anos é encontrado somente no Sabiá, dentre as espécies da Caatinga e Mori et al. (2003) encontraram também no Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), espécie nativa do Cerrado, apresentando uma pureza de taninos de 94,23%. A jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), estudada por Azevêdo et al. (2017) também nativa do bioma Caatinga, apresentou um percentual de I entre 65,70% e 71,12%, inferiores aos encontrados neste estudo, mostrando o potencial da espécie estudada nesse trabalho.

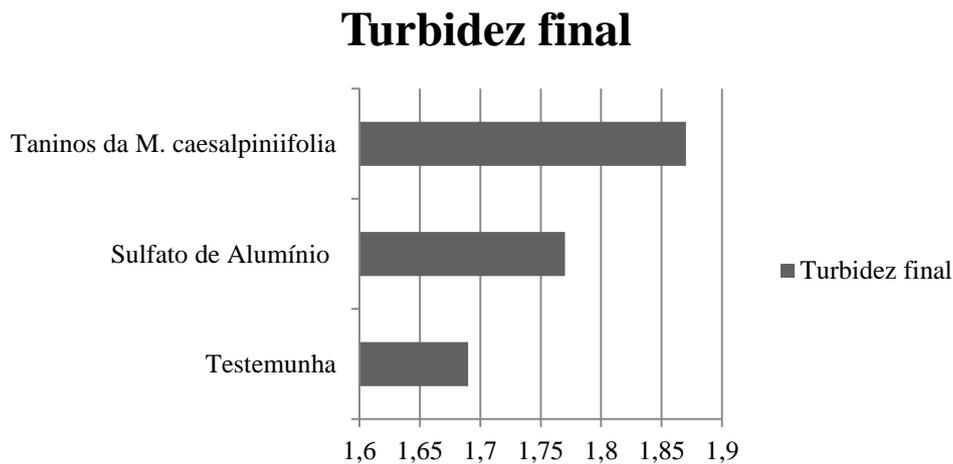
A variável teor de sólidos totais (TST) expressa a quantidade de extrativos presentes nas amostras analisadas, incluindo os taninos vegetais. Através dos dados obtidos a partir dos experimentos, é possível visualizar que aos nove anos de idade foi o período que apresentou um maior percentual (17,66%) e o menor resultado obtido foi encontrado aos sete anos (5,2%). O alto TST e TNT aos nove anos mostra que possivelmente a espécie investe mais nos demais extrativos, como açúcares, gomas e resinas, e menos nos taninos vegetais, uma vez que o TTC encontrado nessa idade foi baixo (3,69%).

A partir dos resultados encontrados neste estudo, é possível observar que a idade que a espécie apresentou os melhores índices de teor de taninos condensados e índice de Stiasny foi aos seis anos.

5.2 Tratamento da água

Após a coleta da água foi medida a turbidez, obtendo-se uma turbidez inicial de 1,96 NTU e pH inicial no valor de 5,0, consideravelmente ácido. Os resultados obtidos da primeira etapa dos testes estão descritos no gráfico 1. As amostras foram separadas como mostra na Figura 5 e homogeneizadas para avaliar a turbidez inicial, base para a análise. O pH verificado nos tratamentos com diferentes proporções dos coagulantes foram iguais, apresentando valor de 5,5.

Gráfico 1. Turbidez final de todos os testes na primeira etapa do experimento.



A partir dos resultados de turbidez da primeira parte do experimento, é possível visualizar que houve variação na turbidez final entre os testes, em que os taninos do sabiá apresentaram o menor índice de remoção da turbidez, enquanto o coagulante químico apresentou uma eficiência melhor na remoção de partículas dispersas na água.

Santos et al. (2018) visualizaram em seu estudo que o uso do sulfato de alumínio e dos taninos vegetais se mostraram eficientes no tratamento de água, analisando os parâmetros pH, turbidez e cor aparente. Segundo Mangrich et al. (2014), os taninos da *Acacia mearnsii* em combinação com dietanolamina, cloreto de glicidiltrimetilamônio ou cloreto de amônio resultam em coagulantes eficientes para tratamento de água.

Baseado na pesquisa apresentada, surgiu à segunda etapa do estudo, objetivando juntar dois reagentes em seis tratamentos de diferentes proporções, para identificar qual o melhor na remoção de turbidez da água, tendo em vista que o coagulante inorgânico apresentou resultado superior ao coagulante químico na primeira etapa do experimento.

Na Tabela 3, é possível observar os resultados de pH, a turbidez final e o percentual de remoção das partículas da água em cada um dos seis tratamentos analisados neste estudo.

Tabela 3. Proporções dos coagulantes para o tratamento da água.

TRATAMENTOS	PH	TURBIDEZ	REMOÇÃO DE PARTICULAS (%)
1	-	1,96	00,0
2	-	2,96	-40,0
3	5	1,69	13,8
4	5	1,77	09,7
5	5	1,87	04,6
6	-	1,90	04,0

No uso dos reagentes nos tratamentos 3, 4 e 5 não apresentaram diferença entre o pH inicial e final, sendo um ponto positivo, uma vez que não alteraram a estrutura química da água e, mesmo com o uso do coagulante químico não houve mudanças no pH. De acordo com Vaz et al. (2010) o uso de coagulantes químicos reduz o pH da água tratada, e neste estudo foi possível constatar que a junção com o tanino não deixou a água mais ácida, trazendo efeito benéfico. O fato de que os testes não causaram diferenças no pH, conforme foi visto na literatura por Barradas et al. (2004) é justamente por ser uma das propriedades dos taninos, a não alteração do pH da água tratada, pois, no processo de coagulação não há consumo da alcalinidade do meio, trabalhando com faixa ampla de pH de 4,5 a 8,0.

Esses resultados podem ser explicados também por consequência dos taninos não terem passado por nenhuma modificação química, deixando-o com mais capacidade de atuar no pH, controlando e mantendo seu padrão. Couto Junior et al. (2012) evidenciaram a importância do uso dos taninos no tratamento das águas que possuem pH entre 6,0 e 8,0, pois, os mesmos atuarão de forma mais eficiente e sem a necessidade de uso de alcalinizantes. Pavanelli (2001) relata que normalmente os coagulantes químicos se comportam como ácidos em solução, o qual reduz a alcalinidade, e por isso o pH da mistura precisa da adição de alcalinizante, para enquadrar o pH na faixa recomendada por Brasil (2011).

As concentrações misturadas tiveram o melhor percentual de remoção de turbidez de todo o experimento, onde, valores de remoção de turbidez variaram de 4,6 a 13,8%, comprovando melhores resultados quando misturados os dois coagulantes. Deve-se destacar o tratamento 3, com proporções de 67,5 mg/L de tanino de sabiá e 22,5 mg/L de $Al_2(SO_4)_3$, indicando, nesse caso, que utilizar a maior concentração de taninos gerou um maior percentual de remoção de turbidez da água. No estudo realizado

por Souza (2015), foi possível observar que a maior remoção da turbidez, utilizando a junção dos taninos do Angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) que recebeu modificação química e o cloreto férrico, apresentou uma remoção da turbidez de 41,67%, com proporções de 22,5 mg/L de $Al_2(SO_4)_3$ e 67,5 mg/L de taninos.

O uso dos taninos extraídos da casca da *M. caealpinifolia* apresentaram baixa eficiência na remoção da turbidez no processo do tratamento de água, mostrando que os usos dos coagulantes químicos foram mais eficientes. Entretanto, este fator pode estar relacionado com falta de tratamento químico nos taninos, já que estudos utilizando os taninos comerciais da *Acacia mearnsii* (TANFLOC), como o realizado por Coral et al. (2009), apontaram remoção de turbidez de aproximadamente 82% quando modificados quimicamente. Os mesmos autores evidenciaram também que quanto maior a concentração do coagulante a base de taninos, menor será a redução da turbidez. Segundo Justina et al. (2018) e Machado et al. (2020), os taninos puros obtidos naturalmente não apresentam características catiônicas, sendo necessário passar pelo procedimento de cationização, envolvendo a reação de Mannich, para que possam neutralizar as cargas das partículas dispersas na água e efluentes. Além disso, a baixa turbidez inicial da água também pode ter influenciado na pequena remoção de turbidez da água.

6 CONCLUSÕES

O teor de taninos condensados na casca do sabiá reduziu ao longo dos anos, apresentando maior quantidade aos seis anos de idade, sendo considerado o período mais indicado para exploração com fins de produção de taninos vegetais.

Todos os tratamentos com a junção do reagente químico ao tanino apresentaram redução da turbidez da água, porém o tratamento 3 com proporções de 67,5 mg/l de taninos e 22,5 mg/l de $Al_2(SO_4)_3$ se destacou com o maior índice de remoção de turbidez sendo 13,8 %, tendo uma maior concentração de taninos vegetais, visando diminuir os impactos causados pelo Sulfato de Alumínio. O pH se manteve estável com o aumento das concentrações dos taninos, nos tratamento 3, 4 e 5, evitando alterar a estrutura química da água com o aumento da acidez.

A água utilizada já possuía uma baixa turbidez, com isso as porcentagens de remoção foram baixas, sendo necessários mais estudos com diferentes concentrações de

taninos, uma água mais turva e modificada quimicamente, para encontrar uma maior remoção da turbidez.

7 REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D - 6405: standard practice for extraction of tannins from rawandspent materials. Pennsylvania, 2004d. 3p.

AMORIM, E. L. C. et al. A Simpleandaccuratr procedure for the determination of Tannin and flavonoid levels and some applications in ethnobotany and ethnopharmacology. **Funcional Ecosystemsand Communities, Ikenobi**, v, 2, n. 1, p. 99-94, 2008.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D - 6403: standard test method for determiningmoisture in rawandspentmaterials. Pennsylvania, 2004c. 3p.

ARAÚJO, J. S. C.; CASTILHO, A. R. F.; LIRA, A. B.; PEREIRA, A. V.; AZEVEDO, T. K. B.; BRITO COSTA, E. M. M.; PEREIRA, M. S. V.; PESSOA, H. F. L.; PEREIRA, J. V. Antibacterial activityagainst cariogenic bactéria and cytotoxic and genotoxic potential of *Anacardium occidentale* L. and *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) **Brenanextracts. Archivesof Oral Biology**. v. 85, p.173-179, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14362: insumos: tanantes: determinação do teor de sólidos solúveis e insolúveis: método por gravidade. Rio de Janeiro, 2008. 3 p.

AZEVEDO, T. K. B.; PAES, J. B.; CALEGARI, L.; NASCIMENTO, J.W.B. Qualidade dos taninos de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) para a produção de adesivo tanino formaldeído. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria - RS, v. 25, n. 2, p. 507-514, 2015.

AZEVÊDO, T. K. B.; PAES, J. B. P.; CALEGARI, L., SANTANA, G. M. Teor de taninos condensados presente na casca de Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) em função das fenofases. **Floresta e Ambiente**. Seropédica, v. 24, 2017.

BARRADAS, J. L. D. Tanino - Uma solução ecologicamente correta: agente floculante biodegradável de origem vegetal no tratamento de água. Novo Hamburgo: Publicação Técnica, 2004.

BERTONCINI, E. I.; TRATAMENTO DE EFLUENTES E REÚSO DA ÁGUA NO MEIO AGRÍCOLA. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, [s. l], p. 152-169, jun. 2008.

BELTRÁN-HEREDIA, J.;SÁNCHEZ-MARTÍN, J. Municipal wastewa tertreatment by modified tannin flocculantagent. *Desalination*, v. 249, n.1, p.353–358. 2009. DOI:10.1016/j.desal.2009.01.039.

CALEGARI, L. *et al.* Quantificação de taninos nas cascas de jurema-preta e acácia-negra. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [s. l], v. 36, n. 85, p. 61-69, jan. 2016.

CETESB. **Água, Qualidade, Padrões de Potabilidade, Poluição**. São Paulo, 1974. 207p.

CORAL, L. A., BERGAMASCO, R., BASSETTI, F. J. Estudo da Viabilidade de utilização do polímero natural (TANFLOC) em substituição ao sulfato de alumínio no tratamento de águas para consumo. **International Workshop advances in cleanerproduction**. São Paulo – Brazil. 2009.

CRUZ, J. G. H. **Alternativas para a aplicação de coagulante vegetal à base de tanino no tratamento do efluente de uma lavanderia industrial**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

DA SILVA, T. S. S. Estudo de tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e de esgoto. Dissertação (Mestrado) - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1999.

DECUSATI, O. G. Acacicultura, um marco na economia gaúcha. In: *Aplicaciones Industriales de los Taninos Vegetales – Programa CYTED*, 2007, Porto Alegre. Artigo... Porto Alegre: CYTED, 2007, CD-ROM.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, Lavras-Mg, 2012. Cap. 1.

DI BERNARDO, Luiz. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. Rio de Janeiro, Ed. ABES, 1993. 496p.

DI BERNARDO, Luiz. **Tratamento de água para abastecimento por filtração direta**. Rio de Janeiro, Ed. ABES, 2003. 498p.

DRUMOND, M. A. Sabiá. **Agência Embrapa de informação tecnológica – AGEITEC**. 2010. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g798rt3n02wx5ok0wtedt3sugbu5b.html. Acesso em 19 de agosto de 2021.

FERREIRA, E.S.; LELIS, R.C.C.; BRITO, E.O.; NASCIMENTO, A.M.; MAIA, J.L.S. Teores de taninos da casca de quatro espécies de pinus. **Floresta e Ambiente**. 16, 2, 30-39, 2009.

FIORENTINI, V. Uso do tanino no processo de tratamento de água como melhoria em sistema de gestão ambiental. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

GITIS, V.; HANKINS, N. Watertreatmentchemicals: trendsandchallenges. **Journal OfWater Process Engineering**, v. 25, p. 34-38, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jwpe.2018.06.003>.

GONÇALVES, C. A. & LELIS, R. C. C. Teores de taninos da casca e da madeira de cinco leguminosas arbóreas. **Floresta e Ambiente**, V. 8, n. 1, p. 167-173, 2001.

HAQUE, M. N. Dietarymanipulation: a sustainablewaytomitigatemethaneemissionsfromruminants. **Journalof Animal Science and Technology**, London, v. 60, n. 15, dez. 2018.

HAGERMAN, A. E.; BUTLER, L. G.; J. CHEM. **Ecol**. 1989, 15, 1795.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da extração vegetal e da silvicultura. v. 31, p.55, 2017.

IMHOFF, Klaus R. **Manual de Tratamento de Águas Residuais**. São Paulo, Ed Edgard Blucher, 1985. 259p.

INDIAN STANDARDS INSTITUTION. IS 5466: methodsoftest for vegetabletanningmaterials. New Delhi, 1969. Reaprovada em 2001. 19 p..

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 14088: leather: chemical tests: quantitative analysis of tanning agents by filter method. Geneva, 2012. 10 p.

JIANG, J. Q. **The role of coagulation in water treatment.** *Current Opinion in Chemical Engineering*, v. 8, p.36–44, 2015. doi:10.1016/j.coche.2015.01.008.

JUSTINA, M. D.; MUNIZ, B. R. B.; BRÖRING, M. M.; COSTA, V. J.; SKORONSKI, E. Using vegetable tannin and polyaluminium chloride as coagulants for dairy wastewater treatment: A comparative study. **Journal of Water Process Engineering**, v. 25, p. 173-181, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2018.08.001>

KUMARI, P.; SHARMA, P.; SRIVASTAVA, S.; SRIVASTAVA, M.M. Biosorption studies on shelled Moringa oleifera Lamarck seed powder: **Removal and recovery of arsenic from aqueous system.** *Int. J. Miner. Process.*, v.78, p.131-139, 2006.

LINS, T. R., BRAZ, R. L., DE SOUZA JUNIOR, C. G. C., CORREIA, H. T. V., SILVA, T. C., & WALTER, L. S. (2020). Rendimento e caracterização do carvão vegetal de galhos de Mimosa caesalpiniiifolia BENTH. **BIOFIX Scientific Journal**, 5(1), 39-43.

LOPES, P. J. G.; CALEGARI, L.; CALEGARI, C.C. A.; OLIVEIRA, E.; STANGERLIN, D. M.; GATTO, D. A.; 2015. Produtividade em Casca e Taninos Condensados de Jurema-Preta. **Nativa**. 3, 2, 95-101. 10.14583/2318-7670.v03n02a04.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, v.1. p. 351, 2000.

MACHADO, G.; SANTOS, C. A. B.; GOMES, J.; FARIA, D.; SANTOS, F.; LOUREGA, SHIN, J. Y.; SPINETTE, R. F.; O'MELIA, C. R. Stoichiometry of coagulation revisited. **Environ. Sci. Technol.**, v. 42, n. 7, p. 2582-2589, 2008. doi: <https://doi.org/10.1021/es071536o>

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.

MAKKAR, H. P. S. Quantification of tannins in tree and shrub foliage: a laboratory manual. Massachusetts: **Kluwer Academic Publishers**, 2003. 102 p.

MELLO, J. P. C.; SANTOS, S. C. Em Farmacognosia: da planta ao medicamento; Simões, C. M. O.; Schenckel, E. P., orgs.; Ed. UFSC: Porto Alegre; 3ª ed., 2001.

MEUNIER, I.M.J.; FERREIRA, R. L. C. Uso de espécies produtoras de taninos para curtimento de peles no nordeste do Brasil. **Biodiversidade**, v.14, n. 1, p. 99, jan. 2015. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Brasília, Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html. Acesso em: 16 ago. 2021.

PAES, J. B.; DINIZ, C. E. F.; MARINHO, I. V.; LIMA, C. R. DE. Avaliação do potencial tanífero de seis espécies florestais de ocorrência no Semi-Árido brasileiro. Revista **Cerne**, Lavras – MG, v.12, p.232-238, 2006a.

PAES, J. B.; MARINHO, I. V., LIMA, R. A., LIMA, C. R.; AZEVEDO, T. K. B. Viabilidade técnica dos taninos de quatro espécies florestais de ocorrência no Semiárido brasileiro no curtimento de peles. Revista **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 453-462. 2006b.

PAES, J. B.; SANTANA, G. M.; AZEVEDO, T. K. B.; MORAIS, R. M.; JUNIOR, J. T. C. Substâncias tânicas presente em várias partes da árvore angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. var. *cebil* (Gris.) Alts.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 441 - 447, 2010.

PARRA POZO, L. A. 1997. Estudo in vitro do efeito de extratos aquosos de plantas medicinais sobre *Clostridium difficile*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), UFV, Viçosa. 77p.

PANSHIN, A. J.; HARRAR, E. S.; BETHEL, J. S.; BAKER, W. J. **Forest products: their sources, production, and utilization**. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 538p. 1962.

PAES J. B; SANTANA G. M; AZEVEDO T, K, B; MORAIS R, M; CALIXTO JÚNIOR J, T; Substâncias tânicas presentes em várias partes da árvore angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. var. *cebil* (Gris.) Alts.). **Scientia Forestalis** 2010; 38(87): 441-447.

PAVANELLI, G. Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2001.

PERES R. S.; CASSEL, E.; AZAMBUJA, D. S., SEFERIN, M. 2009. Estudo do tanino de acácia como inibidor de corrosão de aço carbono. In: Aplicaciones Industriales de os Taninos Vegetales: **Nuevas Fuentes, Tecnología y Control de Calidad.**, 1ª Edição, Porto Alegre – RS: EDIPUCRS, 61-70.

PIMENTA, J.A.A., FERREIRA, J.W.S., NICOLAU, R.H.G., FURUYA, D.E.G., SILVA, L.M.S., PAZJUNIOR, G.J., 2017. Avaliação do sulfato de alumínio, policloreto de alumínio e cloreto férrico no tratamento de água bruta do rio Santo Anastácio. **Colloquium Exactarum.** 9, 3, 38–56. 10.5747/ce.2017.v09.n3.e203.

PIZZI, A. **Advanced wood adhesives technology.** New York: M. Dekker, 1994. 289 p.

PIZZI, A. **Advanced wood adhesives: chemistry and technology.** New York: M. Dkker, 1983. 364 p.

PRASETYA, B.; ROFFAEL, E. Neuartige Charakterisierung von natürlichen Polyphenolen hinsichtlich ihrer Vernetzbarkeit. **Holz Roh-Werkstoffe.** V. 49, p. 481-484, 1991.

RANA, N.K; BHAT, T.K. Effect of fermentation system on the production and properties of *Aspergillus niger* van tieghem MTC 2425. **Journal of General and Applied Microbiology**, v.51, n.4, p.203-212, 2005.

R.

Chemical modification of tannins from *Acacia mearnsii* to produce formaldehyde free flocculant. **Science of The Total Environment**, v. 745, n. 140875, 2020. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140875>.

RIBASKI, L.; LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, V. R.; DRUMOND, D. A. Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) árvore de múltiplos usos no Brasil. **Embrapa.** Colombo, PR, Dezembro, 2003. 4p.

RIBEIRO, D.V. Programa de produção e tecnologia de sementes de espécies florestais nativas e exóticas desenvolvido pela Estação Florestal de experimentação agrícola Eng.

Agr. Mário Xavier. **SIMPÓSIO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS**, 1. 1984, Belo Horizonte: ABRATES. p.109-118, 1984.

ROFFAEL, E.; DIX, B. **Tannineals Bindemittelfür Holzwerkstoffe**. Holz-Zentralblatt, V. 120, n. 6, p. 90-93, 1994.

SARTORI, C.J.: **AVALIAÇÃO DOS TEORES DE COMPOSTOS FENOLICOS NA CASCA DA *Anadenanthera pereguina* (ANGICO-VERMELHO)**. 2012. 94 f.

SÁNCHEZ-MARTÍN, J.; GONZÁLEZ-VELASCO, M.; BELTRÁN-HEREDIA, J. **Surface water treatment with tannin-based coagulants from *Quebracho* (*Schinopsis balansae*)**. *Chemical Engineering Journal*, v. 165, n. 3, p. 851-858, dez. 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2010.10.030>.

SANTOS, U. J., DUDA, G. P., MARUES, M. C., VALENTE DE MEDEIROS, E., de SOUZA LIMA, J. R., SOARES DE SOUZA, E., & HAMMECKER, C. (2019). Soil organic carbon fractions and humic substances are affected by land uses of Caatinga forest in Brazil. ***Arid Land Research and Management***, 33(3), 255-273.

SILVA, T. S. S. Estudo de tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e de esgoto. Dissertação (Mestrado) - Fundação Oswaldo Cruz, p. 83, Rio de Janeiro, 1999.

TRUGILHO, P. F.; CAIXETA, R. P.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Avaliação do conteúdo em taninos condensados de algumas espécies típicas do cerrado mineiro. ***Cerne***, Lavras, v. 3, n. 1, p. 1-13, 1997.

UCELLA FILHO, J. G. M.; SILVA, B. R. F.; ALMEIDA, D. M.; MOUSINHO, N.; CARNAVAL, A. A. A.; SILVA, J. P. G.; AZEVEDO, T. K. B., GUENTHER, G. Teor de taninos presentes na casca da árvore *Acacia mangium* Willd em um plantio comercial localizado no nordeste do Brasil. In: **IIICBCTEM – Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira**, Florianópolis Anais... UDESC set. 2017. ON-LINE.

VAZ, L. G. de L. et al. Avaliação da eficiência de diferentes agentes coagulantes na remoção de cor e turbidez em efluente de galvanoplastia. ***Eclética Química***, São Paulo, v. 35, n. 4, p.45-54, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-46702010000400006>.

VIEIRA, M. C.; LELIS, R. C. C.; RODRIGUES, N. D. Propriedades químicas de extratos tânicos da casca de Pinus oocarpa e avaliação de seu emprego como adesivo. **CERNE** (UFLA), v. 20, p. 47-54, 2014.

VIDAL-CAMPELLO, J. M. A.; LIRA, E. B. de S.; MELO JUNIOR, C. A. F. de; VEIGA, M. C. M.; COSTA, W. de M.. Curtimento de pele de peixe utilizando tanino vegetal extraído de eucalipto / Tannin gfishskinusing eucalyptus vegetable tannin. **Brazilian Journal Of Animal And Environmental Research**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 392-401, 2021. BJAER – Brazilian Journalof Animal and Environmental Research. <http://dx.doi.org/10.34188/bjaerv4n1-034>.

WANG, D.; WU, R.; JIANG, Y.; CHOW, C. W. K. Characterizationo fflocstruc tureand strenght: role ofchang ingshearra tesunder various coagulation mechanisms. **Colloids and Surfaces A**, V. 379, p. 36-42, 2016.