



BRUNO ARLEY BARROS DAS DORES

**INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA E SOLVENTES NA
EXTRAÇÃO DE POLIFENÓIS DAS CASCAS DE TRÊS
ESPÉCIES FLORESTAIS E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE
ANTIMICROBIANA**

LAVRAS – MG

2021

BRUNO ARLEY BARROS DAS DORES

**INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA E SOLVENTES NA EXTRAÇÃO DE
POLIFENÓIS DAS CASCAS DE TRÊS ESPÉCIES FLORESTAIS E AVALIAÇÃO
DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Graduação em Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Fábio Akira Mori
Orientador

Me. Mário Sérgio Lorenço
Coorientador

**LAVRAS – MG
2021**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Dores, Bruno Arley Barros das.

Influência da granulometria e Solventes na extração de polifenóis das cascas de três espécies florestais e avaliação da atividade antimicrobiana. / Bruno Arley Barros das Dores. - 2021.
38 p. : il.

Orientador: Fábio Akira Mori.

Coorientador: Mário Sérgio Lorenço.

Monografia (Graduação) - Universidade Federal de Lavras,
2021.

Bibliografia.

1. *Anacardium occidentale*. 2. *Myrcia eximia*. 3. *Stryphnodendron adstringens* I. Mori, Fábio Akira. II. Lorenço, Mário Sérgio. III. Título.

BRUNO ARLEY BARROS DAS DORES

**INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA E SOLVENTES NA EXTRAÇÃO DE
POLIFENÓIS DAS CASCAS DE TRÊS ESPÉCIES FLORESTAIS E AVALIAÇÃO
DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA**

**INFLUENCE OF PARTICLE SIZE AND SOLVENTS ON THE EXTRACTION OF
POLYPHENOLS FROM THE BARKS OF THREE FOREST SPECIES AND
EVALUATION OF ANTIMICROBIAL ACTIVITY**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Graduação em Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 24 de novembro de 2021.

Me. Mário Sérgio Lorenço

Universidade Federal de Lavras

Me. Elesandra da Silva Araújo

Universidade Federal de Lavras

Prof. Dr. Fábio Akira Mori

Orientador

LAVRAS – MG

2021

A minha família, amigos, professores e todas as pessoas que contribuíram para que, mesmo com todas as dificuldades, sempre estiveram ao meu lado, sempre me motivando a continuar.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade de ter tido a oportunidade de chegar até aqui, e por todas as minhas conquistas, em especial pelo ingresso na Universidade Federal de Lavras – UFLA e o término da graduação no Curso de Engenharia Florestal.

A minha família, em especial meus pais Margareth Barros das Dores e Adriano das Dores, aos meus irmãos por estarem sempre ao meu lado me apoiando, dando forças e emanando energias positivas para que eu pudesse me manter firme nesta longa jornada.

A todos os docentes e técnicos da Universidade Federal de Lavras, em especial meu orientador, professor Dr. Fábio Akira Mori e ao coorientador Msc. Mário Sérgio Lorenço por todo aprendizado, e conhecimento compartilhado.

A todos os componentes do Núcleo de Estudos em Anatomia e Produtos Químicos da Madeira e do Laboratório de Anatomia da Madeira pelo conhecimento e apoio no desenvolvimento deste trabalho e pelo acolhimento durante os últimos anos de graduação.

Ao Laboratório de Sementes Florestais pela primeira oportunidade de trabalho em iniciação científica e ao Laboratório de Dendroecologia por todo apoio e conhecimento compartilhado durante a minha jornada.

Expresso minha gratidão pelo Núcleo de Línguas da Universidade Federal de Lavras (NucLi/IsF/DRI/UFLA), por todo apoio no aprendizado de Línguas Estrangeiras, e todo conhecimento compartilhado, e aos muitos amigos que ganhei durante o caminho.

Em especial a minha amiga Geralda Natalina Marques Botelho, por sempre ter me incentivado a continuar e nunca desistir, por sempre acreditar em meu potencial, sempre com palavras de carinho e muita sabedoria.

Aos meus amigos que estiveram sempre comigo e aos que tive a oportunidade de conquistar ao longo desta caminhada, em especial aos colegas Carolina Aparecida de Carvalho, Carolina Aparecida de Assis Bernini, Paloma Carvalho Diniz, Denise Moura Madeira, por todo companheirismo e amizade durante a graduação.

A amiga Livia Alves Luz, por estar junto comigo nessa caminhada, nossos cafés filosóficos sempre cheios de sabedoria e motivação, obrigado por todo companheirismo e amizade.

Aos amigos do movimento espírita de Lavras por todo acolhimento, durante esse tempo a religião foi um porto seguro, fortalecendo as bases para o sucesso da caminhada.

Ao Clube de Leitura Travessia, por toda amizade e carinho durante esses anos, compartilhando muitos conhecimentos e sabedoria através da leitura de clássicos.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar o quanto as granulometrias e solventes influenciam no rendimento de taninos das espécies *Stryphnodendron adstringens*, *Myrcia eximia* e *Anacardium occidentale*, dos biomas brasileiros (Cerrado, Caatinga e Amazônia) e como as extrações refletem na atividade antimicrobiana. As cascas das espécies *Anacardium occidentale* L.; *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville e *Myrcia eximia* foram utilizadas para caracterização química e determinação do potencial antimicrobiano dos taninos. Foram determinados o Teor de Fenóis totais, Teor de taninos condensados, e Flavonoides; foi medido a absorvância pelo espectrofotômetro. Para os resultados obtidos para teor de taninos condensados somente o Cajueiro obteve o um resultado significativo para extração feita com água com rendimento de 80 % na granulometria de 60 mesh em relação ao metanol. Para o teor de fenóis totais nenhum dos tratamentos obteve resultados significativos estatisticamente. Já para o teor de flavonoides totais, o Cumatê vermelho obteve resultado significativo tendo rendimento de 79% maior em relação a água. Os testes antimicrobianos com os taninos apresentaram resultados interessantes para extrações obtidas com metanol resultado superiores se comprarmos com a água. A bactéria *Staphylococcus aureus* foi a bactéria mais sensível aos taninos obtidos em metanol. Já nos extratos em obtido em água, a *S. aureus* foi sensível somente a espécie Cumatê Vermelho. Esta diferença entre as espécies, o Cumatê vermelho apresenta uma maior concentração de compostos fenólicos. A partir das análises das extrações de taninos identificou-se que a granulometria não tem nenhuma influência no ganho de rendimento no teor de taninos extraídos em nenhuma das três metodologias utilizadas. Para os testes antimicrobianos realizados com o tanino, as extrações realizadas com metanol tiveram um efeito maior na inibição do crescimento bacteriano se comparamos com as extrações utilizando a água como solvente.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale*. *Myrcia eximia*. *Stryphnodendron adstringens*.

ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the influence of particle size and solvents on tannin yield of the species *Stryphnodendron adstringens*, *Myrcia eximia*, and *Anacardium occidentale*, from Brazilian biomes (Cerrado, Caatinga, and the Amazon) and how the extractions reflect on antimicrobial activity. The barks of the species *Anacardium occidentale* L., *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville, and *Myrcia eximia* were used to chemically characterize and determine the antimicrobial potential of tannins. Total Phenol Content, Condensed Tannin Content, and Flavonoids were determined and absorbance was measured by the spectrophotometer. Only cashew tree obtained a significant result for the content of condensed tannins in the extraction carried out with water, obtaining a yield of 80% in a 60-mesh particle size compared to methanol. None of the treatments obtained statistically significant results for the content of total phenols. Regarding the total flavonoids content, the Red Cumate obtained a significant yield 79% higher compared to water. Antimicrobial tests with tannins showed interesting results for extractions obtained with methanol, which were superior to those obtained with water. *Staphylococcus aureus* was the most sensitive bacterium to tannins obtained in methanol. In the extracts obtained in water, *S. aureus* was only sensitive to the Red Cumate species. Red Cumate has a higher concentration of phenolic compounds. Particle size does not influence the yield gain in the tannin content extracted in any of the three methodologies used. For the antimicrobial tests carried out with tannin, the extractions carried out with methanol had a greater effect on the inhibition of bacterial growth than the extractions using water as a solvent.

Keywords: *Anacardium occidentale*. *Myrcia eximia*. *Stryphnodendron adstringens*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	11
3	REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1	Taninos	12
3.2	Biomás	13
3.2.1	Cerrado	13
3.2.2	Caatinga	13
3.2.3	Amazônia	14
3.3	Espécies	14
3.3.1	Barbatimão (<i>Stryphnodendron adstringens</i>).....	14
3.3.2	Cumatê vermelho (<i>Myrcia eximia</i>).....	15
3.3.3	Cajueiro.....	15
3.3.4	Microrganismos.....	16
4	MATERIAIS E MÉTODOS	18
4.1	Coleta e preparação das cascas	18
4.2	Delineamento Experimental.....	18
4.3	Extração dos Taninos.....	18
4.4	Caracterização dos extratos	19
4.4.1	Quantificação do teor fenólicos totais	19
4.4.2	Quantificação do teor de flavonoides totais	19
4.4.3	Quantificação dos taninos condensados	19
4.5	Teste de sensibilidade das bactérias	20
4.5.1	Microrganismos e Padronização do inóculo	20
4.5.2	Teste sensibilidade das bactérias	20
4.6	Análise estatística	20
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1	Teor de taninos condensados.....	21
5.1.1	Cajueiro.....	21
5.1.2	Cumatê Vermelho	22
5.1.3	Barbatimão	23
5.2	Determinação do Teor de Fenóis Totais	24
5.2.1	Cajueiro.....	24
5.2.2	Cumatê Vermelho	25
5.2.3	Barbatimão	26
5.3	Determinação do Teor de Flavonoides Totais	28
5.3.1	Cajueiro.....	28
5.3.2	Cumatê Vermelho	29
5.3.3	Barbatimão	30
5.4	Teste de sensibilidade das bactérias	31
6	CONCLUSÃO	34
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

As cascas de árvores, que são ricas em taninos, têm sido tradicionalmente utilizadas há muitos séculos pelos povos tradicionais na curtição de peles de animais e medicamentos fitoterápicos e a ciência tem avançado muito nas pesquisas sobre os compostos ativos das cascas. Nos últimos anos, estudos sobre a estrutura e caracterização química dos extratos de cascas com o objetivo de descrever seu potencial como matéria-prima para a produção de produtos de alto valor tem sido um dos motores para potencializar a extração dos compostos químicos com fim de se aproveitar melhor os compostos e otimizar os meios de extração para que tenhamos uma maior eficiência de rendimento (Mota et al., 2021).

Vários estudos têm relatado a eficiência de casca e seus compostos, nas múltiplas rotas em biorrefinaria, bioindicadores de poluição ambiental para avaliar a poluição por nitrogênio e na extração de compostos fenólicos usados como antioxidantes naturais. No geral, esses estudos mostraram que o conhecimento da anatomia e da composição química da casca é essencial para o desenho de seu fracionamento (Mota et al., 2021).

Outro uso potencial para o tanino é para inibição do crescimento de bactérias, surge como uma alternativa, aos antioxidantes e antimicrobianos sintéticos comumente utilizados pela indústria. Isso se deve graças às suas características bioativas, que se apresentam como uma alternativa na formulação de novos produtos com ação antioxidante e antimicrobiana, por isso vale salientar a importância de incentivar novas pesquisas para indicar as espécies com maior potencial e quais aplicações seriam mais adequadas (Filho, 2021).

Neste contexto, este estudo teve como objetivo, avaliar o quanto a granulometria influencia no rendimento da extração de compostos fenólicos em três diferentes cascas oriundas de três diferentes biomas brasileiros.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi investigar o quanto as diferentes granulometrias e solventes influenciam no rendimento das extrações de taninos das cascas de três espécies arbóreas (*Stryphnodendron adstringens*, *Myrcia eximia* e *Anacardium occidentale*), obtidas em diferentes biomas brasileiros e como isso reflete na atividade antimicrobiana dos extratos obtidos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Taninos

A casca de espécies florestais representa uma importante matéria-prima de biomassa que atualmente é considerada um recurso subvalorizado e muitas vezes um resíduo sólido no processamento de madeira. As cascas são ricas em produtos químicos que podem ser usados em uma variedade de campos, de compostos farmacêuticos e bioativos a verdes polímeros e materiais de base biológica (MIRANDA et al., 2012).

O tanino está presente tanto na casca como na folha de espécies lenhosas, que são compostos fenólicos, classificados como metabólitos secundários, importantes nos mecanismos de defesa das plantas contra a radiação solar, herbívoros e organismos patogênicos (SANTOS et al. 2002). A concentração desses compostos fenólicos na planta é afetada tanto pela genética da planta quanto pelas condições ambientais em que a planta se encontra (CARVALHO et al., 2014).

Em geral, os resíduos de biomassa são materiais heterogêneos que precisam ser reduzidos a pequenas partículas antes do processamento. As técnicas existentes para triturar, não são eficazes em reduzir a biomassa em frações homogêneas e diferentes tamanhos de partículas podem conferir diferentes características químicas (PUJOL et al., 2013). De acordo com Miranda et al. (2013), realizando estudos prévios com cascas de eucalipto, notou-se que os extrativos estavam presentes em grande parte nas frações mais finas das amostras de cascas de eucalipto e bétula, enquanto as frações maiores estavam presentes celulose e hemiceluloses. Portanto, o fracionamento da biomassa pode ser usado para enriquecimento de componentes específicos, aproveitando as diferenças químicas e estruturais (MIRANDA et al., 2012).

Os taninos são usados principalmente pela indústria do couro, tanto para tratamento e tanto para coloração do couro desde os séculos passados (PIZZI, 2008). No entanto, a estrutura fenólica dos taninos tem potencial para usar em outras aplicações, como adesivos para indústria da madeira (PIZZI, 2006), espumas isolantes (TONDI et al., 2009), indústria mineral, indústria de produção de vinho, nutrição animal, óleo indústria (PIZZI, 2006). Os taninos extraídos também podem ser utilizados como adesivo, biocida e fungicida, o que poderia abrir uma nova dimensão para a indústria de madeira (DAS,2020). Ele também tem a potencialidade de fazer proteínas e outros polímeros como a pectina rapidamente com o uso

na ciência médica todas essas aplicações tornam os taninos um importante bioquímica verde que hoje atrai pesquisadores (DAS, 2020).

3.2 Biomas

3.2.1 Cerrado

O cerrado abrange 23% do território brasileiro, é um dos 5 grandes biomas do país, estando presente nas regiões norte, nordeste, centro-oeste, e uma pequena porção no estado do Paraná (RIBEIRO,1998). Possui uma das maiores biodiversidades do mundo, estima-se que tenha mais de 6 mil espécies arbóreas, sendo que mais de 40% das espécies de plantas lenhosas são endêmicas. É considerado um dos maiores hotspots do mundo ao lado da Mata Atlântica, sendo um dos biomas mais ricos e ameaçados do mundo (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, 2002).

A localização e extensão do cerrado são determinadas pelo clima tropical com precipitação média variando entre 750 a 2000 mm por ano. Somente duas estações climáticas ocorrem no cerrado, sendo a estação seca que dura cerca de 5 meses de maio a outubro, e a estação chuvosa, no restante do ano de outubro a maio (MMA, 2002).

3.2.2 Caatinga

A caatinga é localizada no Nordeste brasileiro, é o único bioma com todos limites dentro do nosso território, seu patrimônio biológico não é encontrado em nenhum outro lugar do mundo (ASSOCIAÇÃO CAATINGA- AC, 2021). O estado do Ceará possui a maior área de caatinga no Brasil, fazendo divisa com os biomas Mata Atlântica, Amazônia e Cerrado. A característica mais marcante do bioma é por apresentar um clima tropical semiárido, com chuvas inferiores a 750mm anuais, tendo na maior parte do ano temperatura média de 26°C. A caatinga é um espaço de resiliência pois poucas regiões vivem stress hídrico tão constante, e com tanta diversidade, mas as formas de vida que adaptaram a este sistema e vivem de forma equilibrada, vivendo cada estação como se fosse a única (INSTITUTO CHICO MENDES Biodiversidade, 2020).

A vegetação da caatinga é adaptada à aridez do solo e escassez de água. Em estações úmidas, da caatinga se assemelha a uma mata, devido a sua exuberância e transformação. Em áreas com solo pedregoso a vegetação predominante é a arbustiva e plantas tortuosas. A

vegetação comum nas regiões mais secas, são cactáceas, como facheiro, o mandacaru, o xique-xique, que são usadas na alimentação dos animais no período de seca, é comum encontrar bromeliáceas como macambira (AC, 2021).

Na caatinga a vegetação desenvolveu um sistema complexo de raízes formando um emaranhado que chega a ser maior do que a própria copa da planta, que também é um sistema de armazenamento de água graças às raízes tuberosas, que possibilita a sobrevivência no período seco. Outras espécies possuem o caule suculento, que também tem a capacidade de armazenar água. No período seco as plantas perdem as folhas desta forma elas diminuem o gasto energético, sem folhas a taxa fotossintética é reduzida (AC, 2021).

3.2.3 Amazônia

O Bioma Amazônico ocupa mais de 40% do território brasileiro e é constituído principalmente por uma floresta tropical. A Amazônia está presente no Acre, Amapá, Amazonas, Pará e Roraima, e parte do seu território presente nos estados do Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Tocantins. A Amazônia é formada por diversos ecossistemas como florestas densas de terra firme, florestas estacionais, florestas de igapó, campos alagados, várzeas, savanas, refúgios montanhosos e formações pioneiras (INSTITUTO FLORESTAS BRASILEIRAS, 2020).

3.3 Espécies

3.3.1 Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*)

Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville, Leguminosae, conhecido como ‘barbatimão’, ocorre na região central de savana do Brasil. A casca do caule desta planta é usada popularmente como anti-inflamatório e adstringente, e no tratamento de feridas e infecções vaginais (GARLET, 2019). Além disso, atividades antiulcerogênicas, anti-inflamatórias e antibacterianas já foram relatadas em frações do extrato bruto da casca de *S. adstringens* (LIMA et al., 2016). A casca de *S. adstringens* é rica em taninos condensados, compostos por vários flavan-3-óis, como prodelfinidinas e prorobinetinidinas (ISHIDA et al., 2012). A casca do caule desta espécie possui um teor de pelo menos 20% de taninos (SANTOS et al., 2002).

O Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) é comumente encontrado no cerrado brasileiro que é muito utilizado na medicina tradicional. A casca tem uma concentração muito alta de taninos que são substâncias fenólicas que precipitam e combinam-se formando compostos complexos e resistentes (NASCIMENTO et al., 2021). Estes compostos conferem suas propriedades farmacológicas, muito utilizadas pelo efeito antimicrobiano, anti-inflamatório, protetor da mucosa gástrica e ação adstringente sobre ferimentos (RODRIGUES, 2012). O uso do barbatimão ainda deve ser explorado e aplicado em diferentes formas farmacêuticas, e na indústria na fabricação de colas à base de taninos que não liberam compostos à base de ureia (NASCIMENTO et al., 2021).

Os fatores edafoclimáticos como composição do solo, água, estresse, temperatura e umidade podem influenciar nos níveis de compostos fenólicos presentes nas plantas. As quantidades de tanino alteram durante o desenvolvimento da planta e também como resposta a mudanças ambientais. Essas variações influenciam diretamente a qualidade da planta para uso medicinal e industrial (SANTOS et al., 2006).

3.3.2 Cumatê vermelho (*Myrcia eximia*)

A espécie arbórea *Myrcia eximia* DC, pertencente à família Myrtaceae, tem ocorrência confirmada em florestas secundárias na Amazônia brasileira. Ainda necessitamos de novos estudos para agregar valor e para usos diretos para a casca desta espécie com base em seu conteúdo polifenólico e capacidade antioxidante. Com base em estudos recentes, é evidente que a casca de *M. eximia* tem um grande potencial de ser uma fonte natural de compostos fenólicos e antioxidantes, e seus extratos podendo ser utilizada na indústria alimentar e farmacêutica e em vários produtos à base de tanino condensado (ARAUJO et al., 2019).

3.3.3 Cajueiro

O cajueiro *Anacardium occidentale* L., é uma espécie comum em regiões com temperatura elevada e com boa disponibilidade hídrica. Na região Nordeste do Brasil, esta espécie gera um grande movimento econômico para região, o principal produto é a castanha (fruto) e ao pedúnculo que possui alto teor de vitamina C, também muito utilizado na produção de sucos naturais (FILHO, 2021).

Anacardium occidentale tem diversas propriedades como antioxidantes, cicatrizantes, anti-inflamatória e antimicrobiana. No Nordeste Brasileiro a prática fitoterápica desta espécie

é bem comum, utilizado para aliviar dor de garganta, gengiva, bronquite, artrite, icterícia, asma e até mesmo como afrodisíaco (FILHO, 2021).

3.3.4 Microrganismos

Listeria monocytogenes é um patógeno muito importante no setor alimentar, a contaminação com esse microrganismo pode causar listeriose. Uma doença que causa gastroenterite e, casos graves da doença pode ocasionar meningoencefalite, meningite e septicemia. A listeriose pode ser fatal para grupos riscos bem definidos (idosos, neonatos, gestantes e pessoas imunodeprimidas), podendo levar a óbito em caso de um surto da doença, mesmo que raro. No Brasil, *L. monocytogenes* gera muitas contaminações, há muitos estudos com os queijos Minas frescal e de coalho, por serem elaborados com leite cru. Mesmo com processo de pasteurização assegure a destruição de *L. monocytogenes* no leite, o patógeno é detectado em produtos lácteos mesmo pasteurizados, isso pode ocorrer por conta da contaminação cruzada após a pasteurização do leite durante o processamento dos queijos. Na indústria, a cepas podem residir no ambiente durante muitos meses até mesmo anos, servindo como focos de contaminação após a pasteurização do leite (EMBRAPA,2009).

O *Staphylococcus aureus* é uma bactéria são do grupo gram-positivos, apesar de fazer parte da microbiota humana elas são responsáveis por causar infecções simples como espinhas até mesmo infecções mais graves como pneumonia, meningite endocardite e entre outras. No processo de descoberta dos antibióticos ela foi uma das primeiras bactérias a serem controladas, mas devido a sua capacidade de adaptação e resistência tornou-se uma das espécies de maior importância quando o assunto é infecção hospitalar e comunitária. (SANTOS, 2007).

Klebsiella oxytoca é uma bactéria Gram-negativa em forma de bastonete, com uma cápsula de polissacarídeo proeminente, que fornece uma resistência contra os mecanismos de defesa do host. *Klebsiella* as espécies estão normalmente associadas às infecções adquiridas na comunidade e em hospitais, particularmente em pacientes imunocomprometidos. Os pacientes submetidos à prostatectomias, procedimentos neurocirúrgicos, cateteres intravasculares, colonoscopias, transfusões de plaquetas, urinários infecções do trato e induzidas por vírus ou antibióticos pré-existentes colites são mais propensas à infecção por *K. oxytoca* que levam à resistência bacteriana (TRIVEDI, 2015).

Escherichia coli está presente na flora do intestino humano ela é facultativa não patogênica. Algumas cepas de *E. coli*, no entanto, desenvolveram a capacidade de causar

doenças do sistema gastrointestinal, urinário ou do sistema nervoso central, mesmo nos hospedeiros humanos mais robustos. As cepas diarreio gênicas de *E. coli* podem ser divididas em pelo menos seis categorias diferentes com esquemas patogênicos distintos correspondentes. Juntos, esses organismos provavelmente representam a causa mais comum de diarreia pediátrica em todo o mundo. Várias síndromes clínicas distintas acompanham a infecção com categorias diarreio gênicas de *E. coli*, incluindo diarreia do viajante (*E. coli* enterotoxigênica), colite hemorrágica e síndrome hemolítico-urêmica (*E. coli* enterohemorrágica), diarreia persistente (*E. coli* enteroagregativa) e diarreia aquosa de bebês (*E. coli* enteropatogênica) (NATARO, 1998).

Estudos recentes mostram a capacidade de o tanino associar-se com proteínas a partir da ligação de hidrogênio e interações hidrofóbicas, facilitando a precipitação das proteínas, sendo comumente utilizado no curtimento de pele animal e apresentando um efeito antimicrobiano. Os taninos são utilizados popularmente na medicina tradicional por suas propriedades antioxidantes, antiviral, antitumoral, antidiarreico e antisséptico (FILHO, 2021).

Os taninos possuem a capacidade de se associar com moléculas de proteínas a partir de ligações de hidrogênio e interações hidrofóbicas, facilitando o processo de precipitação das proteínas sendo utilizado para o curtimento de pele animal e apresentando efeito antimicrobiano (PIZZI, 2019; MOLINO et al., 2020). Além disso, a sua utilização na formulação de medicamentos está relacionada às suas propriedades adstringentes, antioxidante, antiviral, antitumoral, antidiarreico e antisséptico (BRUNETON, 1991; ASHOK e UPADHYAYA, 2012).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Coleta e preparação das cascas

As amostras coletas foram de seis indivíduos de *Anacardium occidentale* L., *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville e *Myrcia eximia* DC, espécies arbóreas comuns nos biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica com diâmetro a altura do peito (DAP) médio de 13.8, 10.2, 44.8 e 15.9 respectivamente. Posteriormente, as cascas coletadas foram secas em estufas solares até ser observada a ausência de umidade e em seguida foram submetidas a moagem em um moinho do tipo martelo, para obtenção de um material com menor granulometria. Após a moagem, as cascas foram classificadas usando uma parte do material que foi passado pela peneira de 28, 35, 60 e 80 mesh.

4.2 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi realizado inteiramente ao acaso. Para cada espécie foi realizada um total de 16 extrações. Quatro granulometrias de cascas (28; 35; 60 e 80 mesh) foram avaliadas para cada solvente (água e metanol) em duplicata, compondo-se os tratamentos que podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 – Delineamento Experimental

Tratamentos		
Solventes	Espécies	Granulometria
<ul style="list-style-type: none"> • Água • Metanol 	• <i>Anacardium occidentale</i> L.	• 28
	• <i>Myrcia eximia</i> DC	• 35
	• <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	• 60
		• 80

Fonte: Do autor (2021).

4.3 Extração dos Taninos

1g de casca (base seca) foi adicionada em 30 mL de água deionizada e colocada em banho-maria por 3 horas a uma temperatura de 70°C. A solução foi filtrada em um cadinho n° 2. Esse procedimento foi repetido em solução de metanol a 70 %. Os extratos filtrados foram reservados em geladeira para análises posteriores.

4.4 Caracterização dos extratos

4.4.1 Quantificação do teor fenólicos totais

A concentração de fenólicos totais foi determinada seguindo a metodologia Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965). Para isso, uma alíquota de 100 μL dos extratos das cascas foi misturada com 4 mL do reagente Folin-Ciocalteu e após 6 min, foram adicionados 4 mL de uma solução de carbonato de sódio 7% (m/v). Após uma incubação de 15 minutos em um banho a 45 °C, a absorbância foi lida em um comprimento de onda de 760 nm. A curva de calibração foi obtida utilizando ácido gálico como padrão e o resultado foi expresso em miligramas de ácido gálico equivalentes (GAE)/g do extrato de casca seca.

4.4.2 Quantificação do teor de flavonoides totais

A concentração de flavonoides totais foi determinada utilizando o método de reação com cloreto de alumínio (ZHISHEN; MENGCHENG; JIANMING, 1999). Alíquotas de 1,0 mL dos extratos das cascas foram misturadas com 4,0 mL de água deionizada, seguido por 0,3 mL de solução nitrito de sódio 5% (m/v). Após 5 minutos de reação, 0,3 mL de uma solução de cloreto de alumínio 10% (m/v) foram adicionados à mistura. Em seguida, 2,0 mL de solução de hidróxido de sódio 4% (m/v) foram adicionados juntamente com mais 4,0 mL de água deionizada. A absorbância foi medida em um comprimento de onda de 510 nm, e os resultados foram expressos em miligramas catequina equivalente (CE) g^{-1} do extrato da casca seca.

4.4.3 Quantificação dos taninos condensados

O teor de taninos condensados foi obtido utilizando a metodologia da vanilina-ácido sulfúrico (SUN; SILVA; SPRANGER, 1998). Para a reação da vanilina com os polifenóis das amostras ocorra, uma alíquota de 1,0 mL dos extratos das cascas foi misturada com 2,5 mL de vanilina a 1,0% (m/v) em metanol e depois foram adicionados mais 2,5 mL de ácido sulfúrico a 25% (v/v) em metanol. As absorbâncias foram obtidas em um comprimento de onda de 500 nm após 15 minutos de reação e os resultados foram expressos em miligramas de catequina equivalente (CE) g^{-1} do extrato de casca.

4.5 Teste de sensibilidade das bactérias

4.5.1 Microrganismos e Padronização do inóculo

Para o teste de sensibilidade aos extratos das cascas foram utilizados microrganismos gram positivos - *Staphylococcus aureus* ATCC 23925, *Listeria monocytogenes* ATCC19117- e microrganismos gram negativos – *Klebsiella oxytoca* e *Escherichia coli* K12. As cepas pertenciam à coleção de cultura do Laboratório de Microbiologia de Alimentos no Departamento de Ciências de Alimentos da Universidade Federal de Lavras. As culturas de estoque estavam mantidas em meio de congelamento (Glicerol - 15 mL; peptona bacteriológica - 0,5 g; extrato de levedura - 0,3 g; NaCl - 0,5 g; água destilada 100 mL) à - 20°C.

Os microrganismos alvo foram reativados em caldo BHI (*Brain Heart Infusion*), as quais foram incubadas a 37±2 °C por 24 horas. Em seguida, os microrganismos foram centrifugados a 10000 g por 5 minutos a 4 °C, ressuspendidas em solução salina 0,85% (p/v) e padronizadas na escala de McFarland a 0.5, equivalente a 10⁸ UFC/mL.

4.5.2 Teste sensibilidade das bactérias

O teste de sensibilidade das bactérias aos diferentes extratos foi realizado pelo método disco-difusão em ágar (NCCLS, 2003). Resumidamente, os microrganismos padronizados foram espalhados por semeadura em ágar triptase de soja (TSA). Discos de papel filtro (6 mm) estéreis, foram depositados, assepticamente, sob a superfície do ágar após a semeadura e impregnados com 10 UI de extratos das diferentes cascas de extrações feitas a 60 mesh. As placas foram incubadas a 37±2 °C por 24 horas. O antibiótico cloranfenicol 0,5 % (p/v), foi utilizado como controle. O teste avaliou o halo de inibição, que foi expresso em milímetros (mm). As análises foram realizadas em triplicata.

4.6 Análise estatística

O delineamento inteiramente casualizado foi aplicado para avaliar os teores de taninos condensados, flavonoides totais e fenóis totais dos extratos tânicos. As médias dos teores determinados em análise foram comparadas pelo teste Tukey com 5% de significância no software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

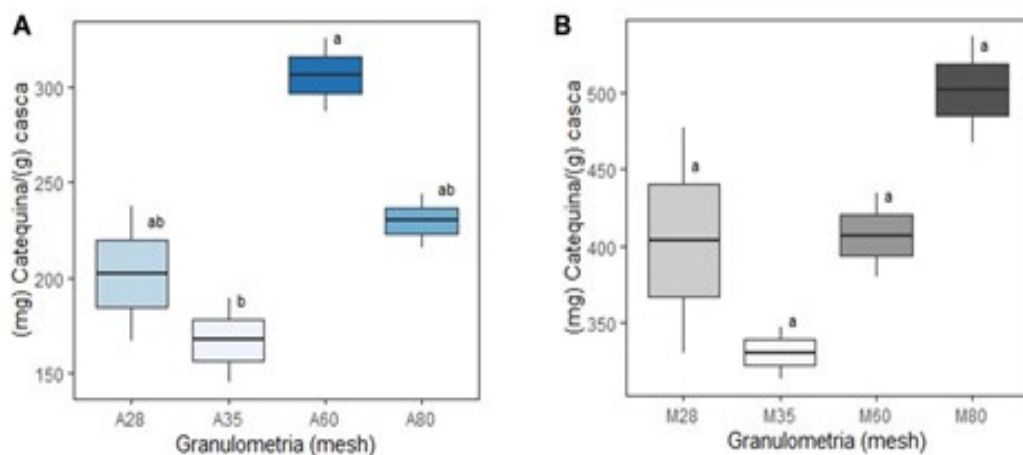
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Teor de taninos condensados

5.1.1 Cajueiro

Nos resultados obtidos para o teor de taninos condensados do Cajueiro, podemos observar que nas extrações realizadas em água, não houve diferença estatística entre as granulometrias 28 e 80 mesh (FIGURA 1 A). Já entre as granulometrias de 35 e 60 mesh os resultados apresentaram diferença estatística, sendo que o rendimento na granulometria de 60 mesh foi cerca de 83% maior do que na granulometria de 35 mesh. Quando se analisa os resultados da extração em metanol (FIGURA 1 B), não houve diferença estatística entre todos os tratamentos. Desta forma, independente da granulometria do material, não há diferença no rendimento na extração. Comparando as extrações realizadas, podemos perceber que o metanol apresentou um ganho de rendimento médio de cerca de 87% no teor de taninos condensados em relação à água (TABELA 5).

Figura 1 – Gráfico Boxplot para o teor de taninos condensados obtidos por extração em água e metanol da espécie Cajueiro.



Legenda: Letras iguais entre os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 2 – Média referente ao Boxplot de Taninos Condensados extraídos em água e para extraídos em metanol.

Granulometria				
Tratamentos	28	35	60	80
Água	202,20 ab	167,40 b	306,27 a	229,86 ab
Metanol	404,10 a	330,30 a	407,01 a	502,05 a

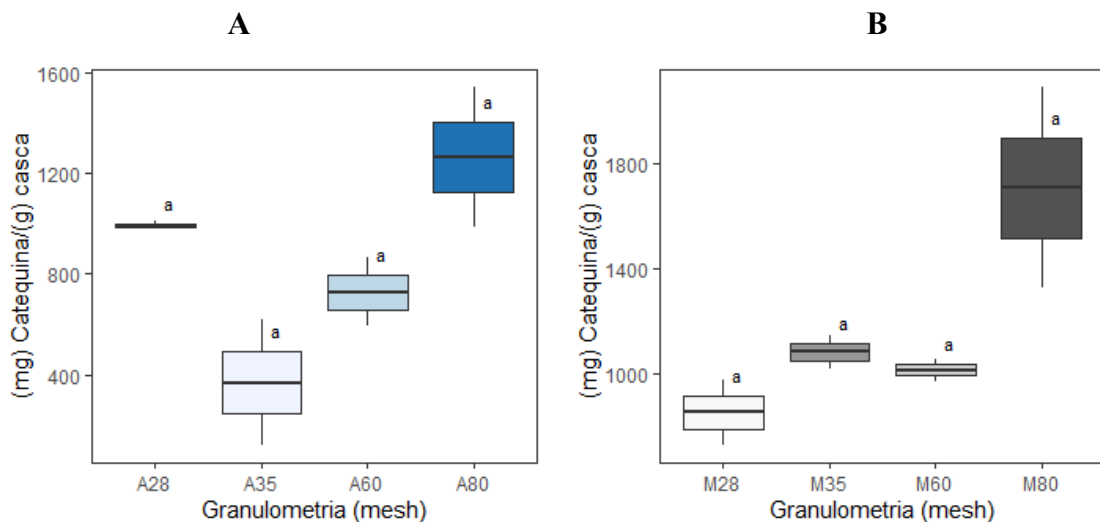
Fonte: Do autor (2021).

Nota: Letras repetidas na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

5.1.2 Cumatê Vermelho

De acordo com os resultados obtidos para o teor de taninos condensados do Cumatê vermelho, nas extrações realizadas em água (FIGURA 2 A) e para extrações realizadas com metanol (FIGURA 2 B) não houve diferença estatística entre as granulometrias, independente da granulometria utilizada o rendimento será estatisticamente o mesmo. Quanto as extrações realizadas, podemos perceber que o metanol apresentou um ganho de rendimento médio de cerca de 63% no teor de taninos condensados em relação à água (TABELA 5).

Figura 2 - Gráfico Boxplot para o teor de taninos condensados obtidos por extração em água e metanol da espécie Cumatê Vermelho.



Legenda: Letras iguais entre os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 3 – Média referente ao Boxplot de Taninos Condensados extraídos em água e para extraídos em metanol.

Tratamentos	Granulometria			
	28	35	60	80
Água	994,41 a	370,67 a	730,19 a	1263,18 a
Metanol	855,42 a	1084,73 a	1015,80 a	1707,86 a

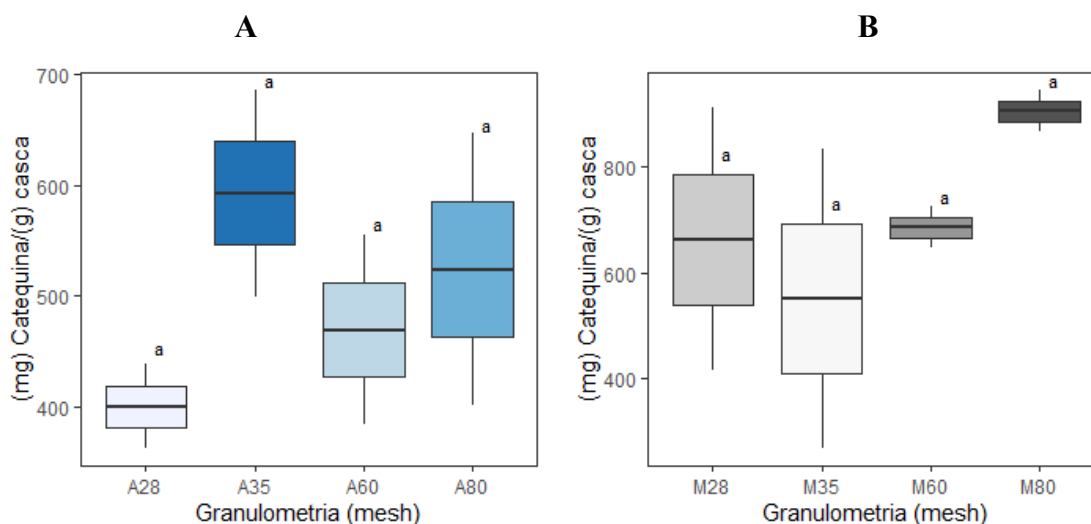
Fonte: Do autor (2021).

Nota: Letras iguais entre os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

5.1.3 Barbatimão

Nos resultados obtidos com Barbatimão para o teor de taninos condensados, tanto para as extrações realizadas em água (FIGURA 3 A) quanto para as extrações realizadas com metanol (FIGURA 3 B) estatisticamente não houve nenhuma diferença entre os resultados. Se compararmos os resultados independente da granulometria utilizada não há nenhum ganho estatístico no rendimento das extrações. Porém, o metanol se mostrou mais eficiente na extração, pois apresentou um ganho de rendimento médio de cerca de 87% no teor de taninos condensados em relação à água (TABELA 5).

Figura 3 - Gráfico Boxplot para o teor de taninos condensados obtidos por extração em água e metanol da espécie Barbatimão.



Legenda: Letras iguais entre os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 4 – Média referente ao Boxplot de Taninos Condensados extraídos em água e para extraídos em metanol.

Tratamentos	Granulometria			
	28	35	60	80
Água	400,74 a	592,37 a	469,42 a	524,04 a
Metanol	663,95 a	552,64 a	686,44 a	905,88 a

Fonte: Do autor (2021).

Nota: Letras iguais entre os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 5 - Porcentagem de variação da quantidade de Taninos Condensados extraídos em água para extraídos em metanol.

Granulometria	Cajueiro (%)	Cumatê Vermelho (%)	Barbatimão (%)
28	99.8	-14.0	99.8
35	97.3	192.6	97.3
60	32.9	39.1	32.9
80	118.4	35.2	118.4
Ganho Médio %	87	63	87

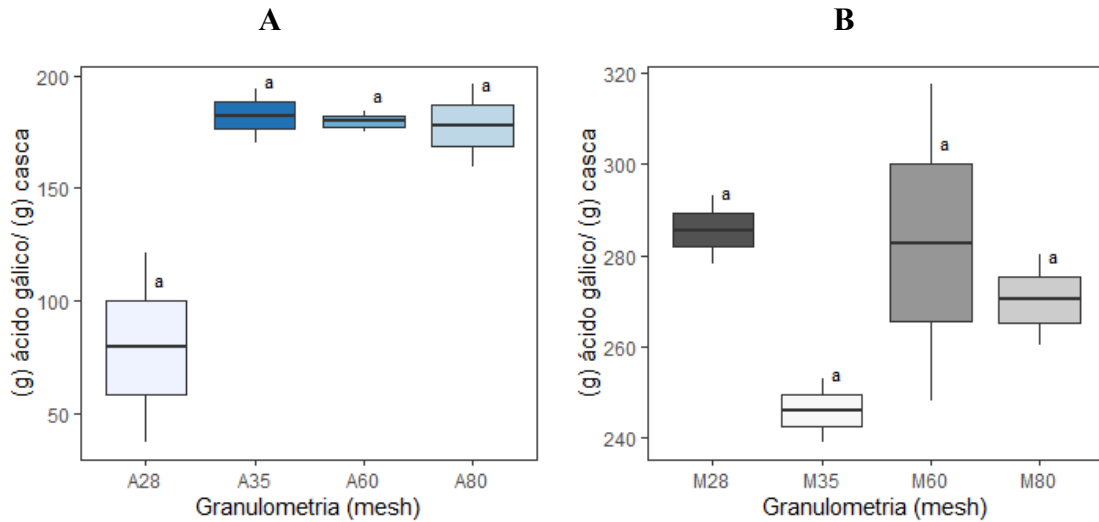
Fonte: Do autor (2021).

5.2 Determinação do Teor de Fenóis Totais

5.2.1 Cajueiro

Os resultados dos teores de fenóis totais para a espécie Cajueiro não mostraram diferença estatística entre as extrações feita com água (FIGURA 5 A) e para extrações feitas com metanol (FIGURA 5 B). O metanol se mostrou mais eficiente nas extrações de taninos, com um rendimento de ganho de 83% em relação a água (TABELA 9).

Figura 4 - Gráfico Boxplot para o teor de fenóis totais obtidos por extração em água e metanol da espécie Cajueiro.



Legenda: Letras iguais entre os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 6 – Média referente ao Boxplot de Fenóis Totais extraídos em água e para extraídos em metanol.

	Granulometria			
Tratamentos	28	35	60	80
Água	115,65 a	190,11 a	145,78 a	167,31 a
Metanol	285,57 a	245,87 a	282,80 a	270,24 a

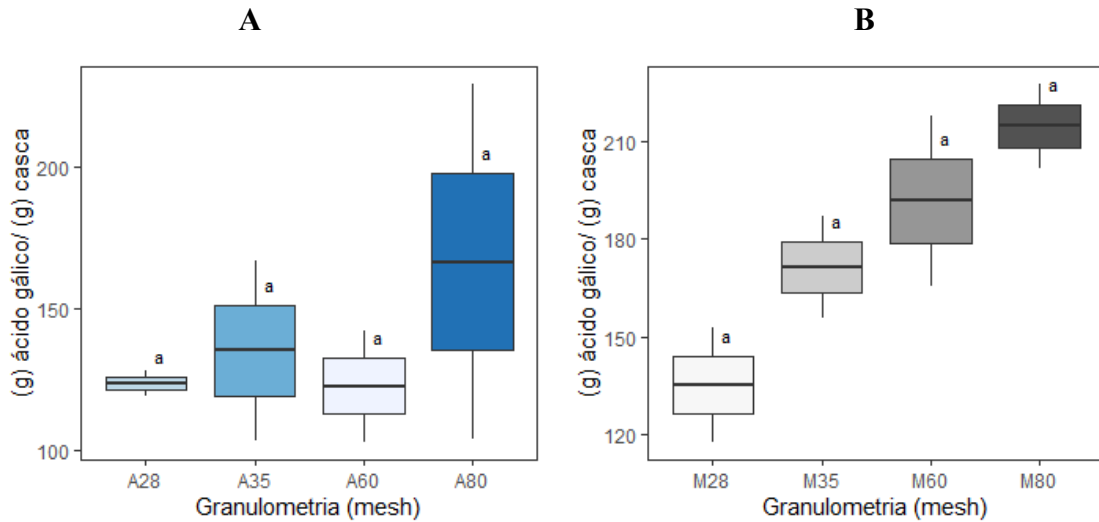
Fonte: Do autor (2021).

Nota: Letras iguais entre os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

5.2.2 Cumatê Vermelho

Os resultados desta análise no Cumatê vermelho não apresentaram diferenças estatística entre as amostras das extrações realizadas para água (FIGURA 6 A) e das extrações realizadas com metanol (FIGURA 6 B). De certo modo o metanol se mostrou mais eficiente devido ao ganho de rendimento médio 35% em relação a água no teor de fenóis totais (TABELA 9).

Figura 5 - Gráfico Boxplot para o teor de fenóis totais obtidos por extração em água e metanol da espécie Cumatê Vermelho.



Legenda: Letras iguais entre os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 7 - Média referente ao Boxplot de Fenóis Totais extraídos em água e para extraídos em metanol.

Tratamentos	Granulometria			
	28	35	60	80
Água	142,89 a	103,46 a	115,86 a	185,44 a
Metanol	135,26 a	171,38 a	191,52 a	214,45 a

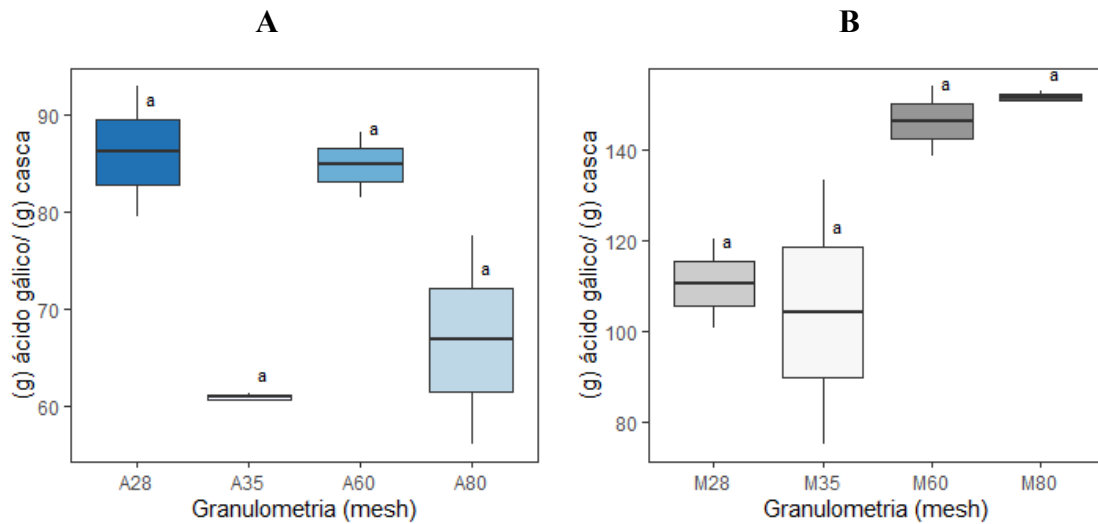
Fonte: Do autor (2021).

Nota: Letras iguais entre os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

5.2.3 Barbatimão

Os extratos de barbatimão em relação ao teor de fenóis totais não diferiram estatisticamente nem nas extrações realizadas com água (FIGURA 6 A) nem para as extrações realizadas com metanol (FIGURA 6 B). A extração realizada com metanol obteve um rendimento melhor comparado a água, pois apresentou um ganho de 72% para teor de fenóis totais (TABELA 9).

Figura 6 - Gráfico Boxplot para o teor de fenóis totais obtidos por extração em água e metanol da espécie Barbatimão.



Legenda: Letras iguais entre os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 8 – Média referente ao Boxplot de Fenóis Totais extraídos em água e para extraídos em metanol.

Granulometria				
Tratamentos	28	35	60	80
Água	76,77 a	72,17 a	70,41 a	79,53 a
Metanol	110,36 a	104,17 a	146,12 a	151,42 a

Fonte: Do autor (2021).

Nota: Letras iguais entre os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 9 - Porcentagem de variação da quantidade de Fenóis totais extraídos em água para extraídos em metanol.

Granulometria	Cajueiro (%)	Cumatê	
		Vermelho (%)	Barbatimão (%)
28	146.9	-5.3	43.8
35	29.3	65.7	44.3
60	94.0	65.3	107.5
80	61.5	15.6	90.4
Ganho Médio %	83	35	72

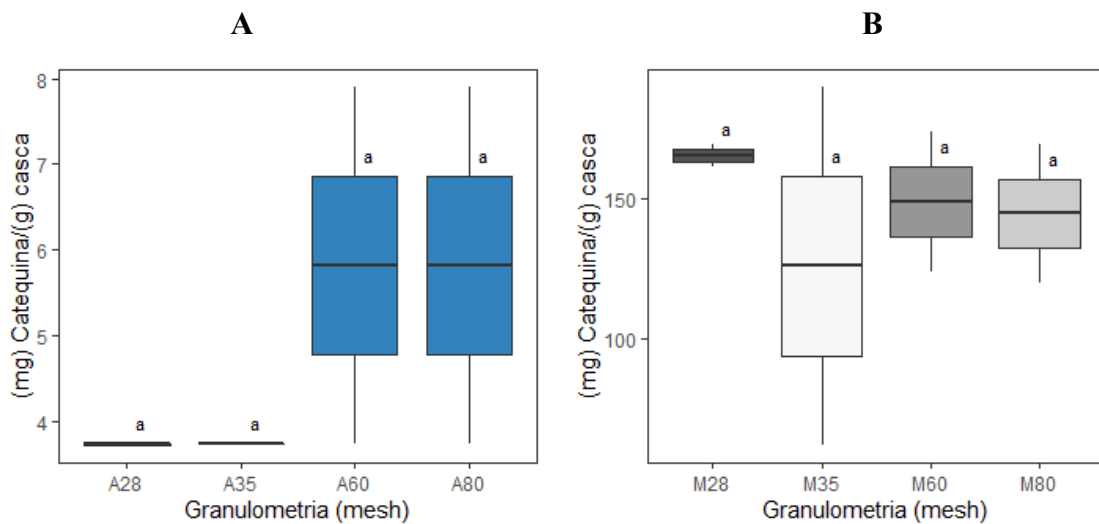
Fonte: Do autor (2021).

5.3 Determinação do Teor de Flavonoides Totais

5.3.1 Cajueiro

O Cajueiro não apresentou nenhuma diferença estatística entre as extrações realizadas com água (FIGURA 7 A) e entre as extrações realizadas com metanol (FIGURA 7 B) para o teor de flavonoides totais. Este resultado também nos mostra que independente da granulometria utilizada o rendimento não difere. Novamente, as extrações realizadas com metanol foram melhores devido ao ganho de rendimento médio de 31% se comparado a água (TABELA 13).

Figura 7 - Gráfico Boxplot para teor de flavonoides totais obtidos por extração em água da espécie Cajueiro.



Legenda: Letras iguais entre os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 10 - Média referente ao Boxplot de Flavonoides Totais ados extraídos em água e para extraídos em metanol.

Tratamentos	Granulometria			
	28	35	60	80
Água	3,73 a	3,74 a	5,82 a	5,82 a
Metanol	165,71 a	126,05 a	149,15 a	144,89 a

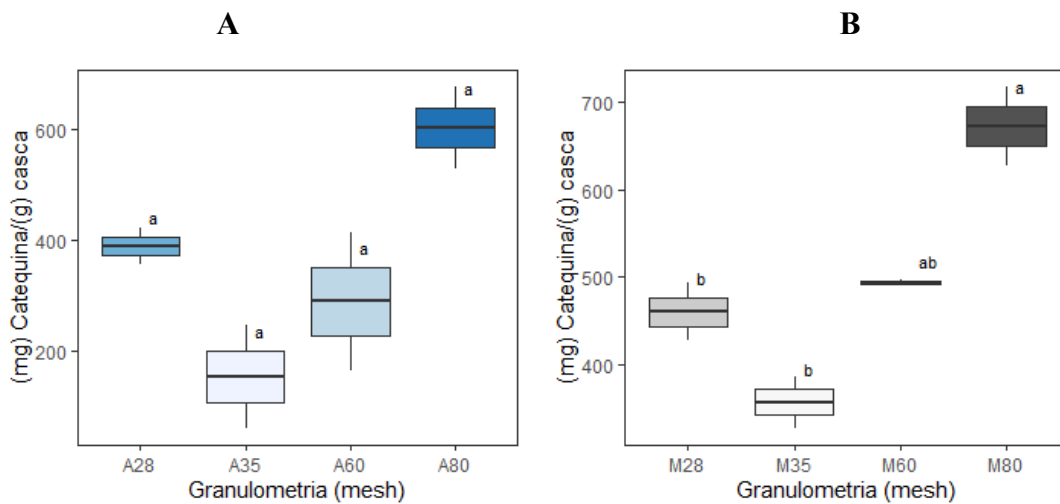
Fonte: Do autor (2021).

Nota: Letras iguais entre os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

5.3.2 Cumatê Vermelho

O Cumatê vermelho apresentou resultados estatisticamente diferentes para os teores de flavonoides somente entre as extrações realizadas com metanol (FIGURA 8 B). Não houve diferença estatística entre os resultados entre as extrações realizadas em água (FIGURA 8 A). Para os resultados obtidos em metanol, observamos que se compararmos as granulometrias de 28, 35 e 60 estatisticamente elas são idênticas. Somente nos resultados da granulometria de 80 mesh podemos percebermos uma diferença estatística quando comparado com os outros tratamentos. Em relação ao ganho observado na granulometria de 80 mesh com relação a de 28 mesh o ganho foi de 79 %, já entre 80 mesh e 35 mesh o ganho foi 27% nas extrações. Podemos perceber que o metanol tem um ganho de rendimento médio de 57% no teor de flavonoides totais em relação a água (TABELA 13).

Figura 8 - Gráfico Boxplot para o teor de flavonoides totais obtidos por extração em água da espécie Cumatê vermelho.



Fonte: Do autor (2021).

Legenda: Letras iguais entre os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 11 - Média referente ao Boxplot de Flavonoides Totais extraídos em água e para extraídos em metanol.

	Granulometria			
Tratamentos	28	35	60	80
Água	389,66 a	155,02 a	289,97 a	603,03 a
Metanol	460,08 b	356,70 b	493,30 ab	672,01 a

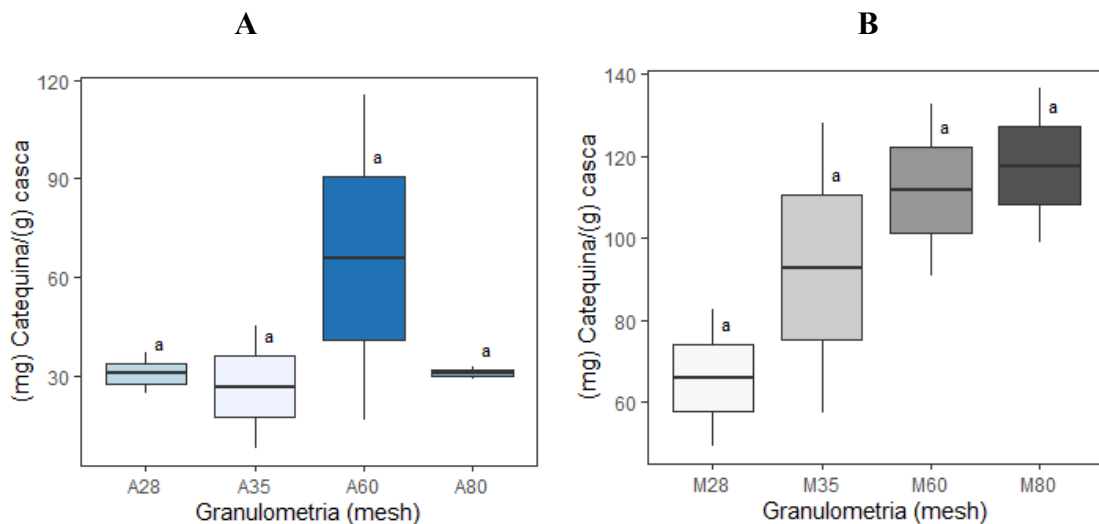
Fonte: Do autor (2021).

Nota: Letras iguais entre os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

5.3.3 Barbatimão

As extrações realizadas para o teor de flavonoides totais do barbatimão, observamos que as extrações realizadas para água (FIGURA 9 A) e para extrações realizadas para metanol (FIGURA 9 B), estatisticamente não possui diferenças entre as granulometrias, ou seja, independente de qual for utilizada não haverá um ganho de rendimento significativo entre as extrações. Podemos perceber que o metanol apresentou um ganho de rendimento médio de cerca 179 % em relação a água para o teor de flavonoides totais (TABELA 13).

Figura 9 - Gráfico Boxplot para teor de flavonoides totais obtidos por extração em água da espécie Barbatimão.



Legenda: Letras iguais entre os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 12 - Média referente ao Boxplot de Flavonoides Totais os extraídos em água e para extraídos em metanol.

Tratamentos	Granulometria			
	28	35	60	80
Água	30,68 a	26,60 a	65,92 a	30,73 a
Metanol	65,88 a	92,81 a	111,61 a	117,70 a

Fonte: Do autor (2021).

Nota: Letras iguais entre os tratamentos não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 13 - Porcentagem de variação da quantidade de Flavonoides totais extraídos em água para extraídos em metanol.

Granulometria	Cajueiro (%)	Cumatê Vermelho (%)	Barbatimão (%)
28	43.41	18.1	114.7
35	32.69	130.1	248.9
60	24.64	70.1	69.3
80	23.91	11.4	283.0
Ganho médio %	31	57	179

Fonte: Do autor (2021).

5.4 Teste de sensibilidade das bactérias

Fazendo um comparativo entre os extratos utilizados neste trabalho, foi possível perceber que os extratos obtidos em metanol apresentaram resultado superior aos extratos obtidos em água. A bactéria *Staphylococcus aureus* foi a bactéria mais sensível aos taninos obtidos em metanol onde as três espécies estudadas apresentaram poder antimicrobiano, sendo que o extrato de Cumatê Vermelho apresentou os maiores halos de inibição com diâmetro médio de 8,71 mm, seguido pelo extrato de Barbatimão e Cajueiro, com halos de diâmetro médio de 8,56 e 7,83 mm respectivamente (FIGURA 10). Já nos extratos obtido em água, a *S. aureus* foi sensível somente a espécie Cumatê Vermelho com halos de inibição médios de 8,09mm de diâmetro. Esta diferença entre as espécies pode ser devido a maior concentração de compostos fenólicos encontrados nas cascas de Cumatê Vermelho, já que os valores obtidos para teores de taninos condensados podem chegar ao dobro dos encontrados nas cascas das outras espécies.

Essas diferenças de concentração de compostos fenólicos também podem ajudar a explicar os resultados obtidos para a bactéria *Listeria monocytogenes*, que apresentou sensibilidade somente aos compostos fenólicos extraídos da espécie de Cumatê Vermelho. Os halos de inibição de crescimento foi de 8,09 e 7,95 mm para os extratos obtidos em água e metanol, respectivamente. Os taninos das espécies de Cajueiro e Barbatimão não foram capazes de inibir o crescimento da *L. monocytogenes* em nenhum dos solventes utilizados para extração.

Estes resultados estão em acordo com a literatura, já que Molino et al (2020) constatou que os taninos são antimicrobianos mais eficientes em bactérias gram-positivas. Por isso, os resultados positivos foram observados somente nas bactérias gram-positivas analisadas (*S. aureus* e *L. monocytogenes*). Os extratos obtidos neste estudo não foram capazes de inibir o crescimento de nenhuma das bactérias gram-negativas testadas (*Klebsiella oxytoca* e

Escherichia coli). A resistência de bactérias é um dos temas que mais preocupam as diferentes áreas da saúde e incentivam as pesquisas envolvendo a busca por novas substâncias capazes de inibir o crescimento bacteriano e conseqüentemente infecções que podem ser desenvolvidas.

Os compostos fenólicos obtidos de cascas de árvores são capazes de se ligar covalentemente as proteínas e precipitá-las, devido a sua capacidade quelante (LORENÇO *et al.*, 2021). Nesse mecanismo, os taninos se ligam as proteínas presentes nas membranas das bactérias e provocam uma desestabilização estrutural, impedindo assim a duplicação e conseqüentemente o crescimento bacteriano. Além disso, os taninos também têm alto poder antioxidante (FILHO, 2021).

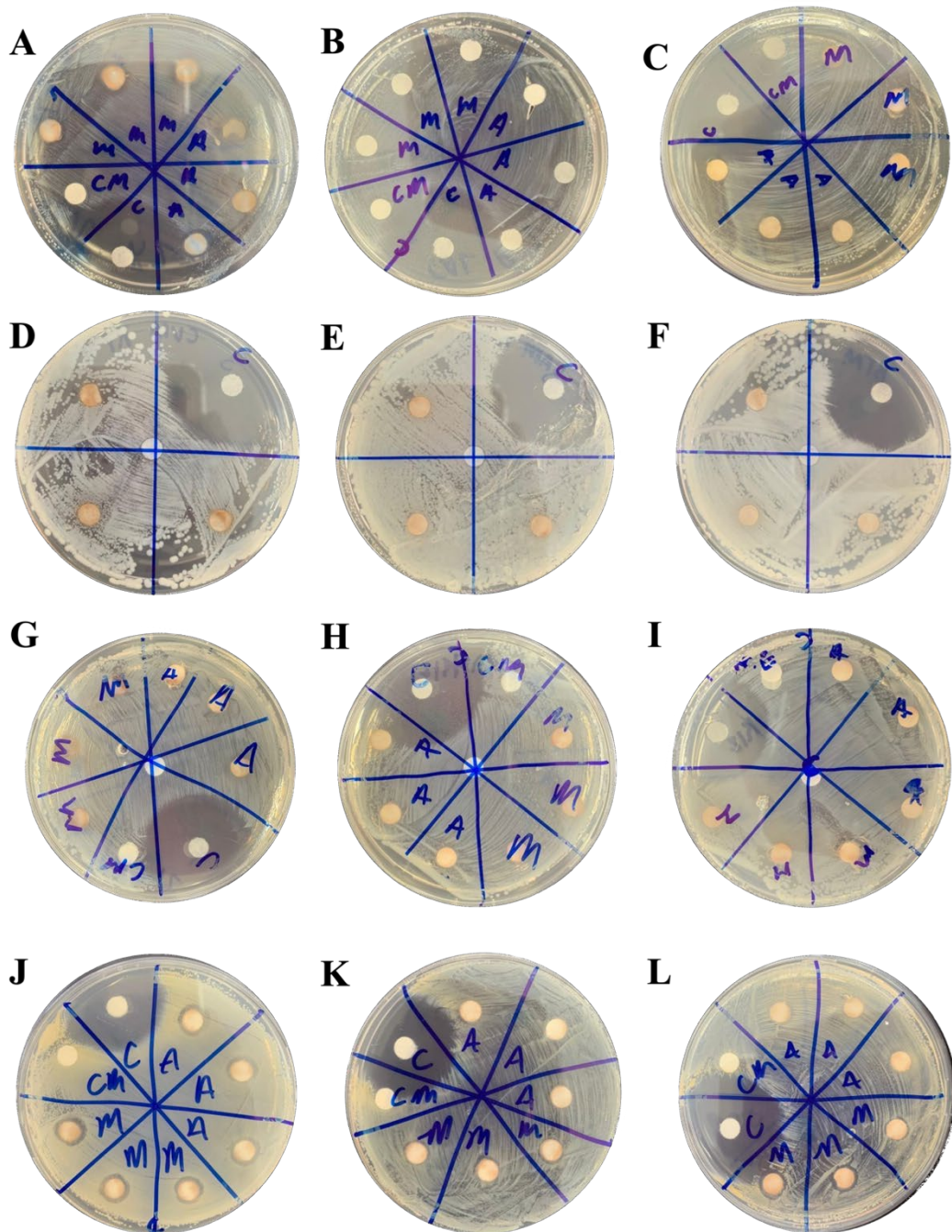
Tabela 14 - Determinação da sensibilidade bacteriana (Difusão em disco) de cepas microrganismos ao uso dos extratos tânicos de diferentes espécies de árvores.

Água				
Microrganismos	Cajueiro (mm)	Cumatê Vermelho (mm)	Barbatimão (mm)	Controle
<i>S. aureus</i> ATCC 23925	-	8,59±0,13	-	31,41±2,23
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 19117	-	8,09±0,26	-	34,90±2,31
<i>K. oxytoca</i>	-	-	-	32,85±2,45
<i>E. coli</i> K12	-	-	-	31,86±2,63
Metanol				
Microrganismos	Cajueiro (mm)	Cumatê Vermelho (mm)	Barbatimão (mm)	Controle
<i>S. aureus</i> ATCC 23925	7,83±0,84	8,71±0,38	8,56±0,49	31,41±2,23
<i>L. monocytogenes</i> ATCC 19117	-	7,95±0,38	-	34,90±2,31
<i>K. oxytoca</i>	-	-	-	32,85±2,45
<i>E. coli</i> K12	-	-	-	31,86±2,63

Fonte: Do autor (2021).

Nota: Os valores são média ± desvio padrão (SD). - = não apresentou halo de inibição.

Figura 10 - Teste de difusão em disco.



Legenda: A= Cumatê Vermelho em *L. monocytogenes*; B= Cajueiro em *L. monocytogenes*; C= Barbatimão em *L. monocytogenes*; D= Cumatê Vermelho em *K. oxytoca*; E= Cajueiro em *K. oxytoca*; F= Barbatimão em *K. oxytoca*; G= Cumatê Vermelho em *E. Coli*; H= Cajueiro em *E. Coli*; I= Barbatimão em *E. Coli*; J= Cumatê Vermelho em *S. aureus*; K= Cajueiro em *S. aureus*; L= Barbatimão em *S. aureus*.

Fonte: Do autor (2021).

6 CONCLUSÃO

A partir das análises das extrações de taninos identificou-se que a granulometria não tem nenhuma influência no ganho de rendimento no teor de taninos extraídos em nenhuma das três metodologias utilizadas. Por meio das análises, observamos que o solvente escolhido para as extrações, pode ter maior influência nos resultados, o metanol foi o solvente com a maior eficiência na obtenção de taninos em relação à água. Economicamente extrair em granulometrias menores não traz nenhum retorno significativo no processamento das cascas para obtenção de tanino.

Para os testes antimicrobianos realizados com o tanino, as extrações realizadas com metanol tiveram um efeito maior na inibição do crescimento bacteriano se comparamos com as extrações utilizando a água como solvente. A bactéria *Staphylococcus aureus* foi a bactéria mais sensível aos taninos extraídos com metanol onde às três espécies estudadas apresentaram poder antimicrobiano, o extrato de Cumatê Vermelho apresentou os maiores halos de inibição. Já nos extratos obtidos em água, a *S. aureus* foi sensível somente a espécie Cumatê Vermelho. O Cumatê vermelho apresenta uma concentração de compostos fenólicos maior na casca demonstrando grande potencial para estudos posteriores relacionados a inibição do crescimento antimicrobiano.

REFERÊNCIAS

- ATKINS, P. W.; Físico-Química, vol. 1, 8ed., Editora LTC, São Paulo, 2008.
- ARAÚJO, E. dá S., Mota, G. dá S., Lorenço, M. S., Zidanes, U. L., Silva, L. R. dá, Silva, E. P., Ferreira, V. R. F., Cardoso, M. das G., & Mori, F. A. (2020). Characterization and valorization of the bark of *Myrcia eximia* DC. trees from the Amazon rainforest as a source of phenolic compounds. *Holzforschung*, 74(10), 989–998. <https://doi.org/10.1515/HF-2019-0294>.
- ARAÚJO, da Silva, E., Lorenço, M. S., Zidanes, U. L., Sousa, T. B., da Silva Mota, G., de Nazaré de Oliveira Reis, V., Gomes da Silva, M., & Mori, F. A. (2021). Quantification of the bark *Myrcia eximia* DC tannins from the Amazon rainforest and its application in the formulation of natural adhesives for wood. *Journal of Cleaner Productions*, 280, 124324. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2020.124324>
- BATISTA, L., Santos, M. C., Cordeiro, E. W. F., Farias, L. dá S., Méndez, A. S. L., & Garcia, C. V. (2013). Estudo do Processo de Purificação Por Partição Líquido-Líquido de Extratos de *Cuphea* sp. Através de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência. *Anais Do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, 5(2). <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/65733>
- Bioma Amazônico - Instituto Brasileiro de Florestas (IBF)*. (n.d.). Retrieved September 6, 2021, from <https://www.ibflorestas.org.br/bioma-amazonico>
- BORGES, de, M., F., Colares De Andrade, A. P., Froeder, E., Dirce, A., Kabuki, Y., & Kuaye, A. Y. (2009). *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Agroindústria Tropical Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Listeria monocytogenes em Leite e Produtos Lácteos*. www.cnpq.br
- BRIDGEMAN, T. G., Darvell, L. I., Jones, J. M., Williams, P. T., Fahmi, R., Bridgewater, A. v., Barraclough, T., Shield, I., Yates, N., Thain, S. C., & Donnison, I. S. (2007). Influence of particle size on the analytical and chemical properties of two energy crops. *Fuel*, 86(1–2), 60–72. <https://doi.org/10.1016/J.FUEL.2006.06.022>
- CARVALHO, A. G., Mori, F. A., Mendes, R. F., Zanuncio, A. J. V., da Silva, M. G., Mendes, L. M., & de Oliveira Mori, C. L. S. (2014). Use of tannin adhesive from *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville in the production of OSB panels. *European Journal of Wood and Wood Products*, 72(4), 425–432. <https://doi.org/10.1007/S00107-014-0797-5>
- FILHO, Ucella J. G. M., & <http://lattes.cnpq.br/8441792944532943>. (2021). *Avaliação do potencial antimicrobiano e antioxidante dos taninos das cascas de espécies arbóreas*. <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/46170>
- GARLET, Tanea Maria Bisognin Plantas medicinais nativas de uso popular no Rio Grande do Sul [recurso eletrônico] / [Tanea Maria Bisognin Garlet]. – Santa Maria, RS: UFSM, PRE, 2019. 1 e-book: il. – (Série Extensão)
- ICMBIO - Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Caatinga - Biodiversidade*. (n.d.). Retrieved October 29, 2021, from <https://www.icmbio.gov.br/cbc/conservacao-da-biodiversidade/biodiversidade.html>

ISHIDA, K., de Mello, J. C. P., Cortez, D. A. G., Filho, B. P. D., Ueda-Nakamura, T., & Nakamura, C. V. (2006). Influence of tannins from *Stryphnodendron adstringens* on growth and virulence factors of *Candida albicans*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 58(5), 942–949. <https://doi.org/10.1093/JAC/DKL377>

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Hoje, 28, é comemorado o Dia Nacional da Caatinga. (n.d.). Retrieved September 8, 2021, from <https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/11042-hoje-28-e-comemorado-o-dia-nacional-da-caatinga>

LIMA, Thaiana C. D. de; Cardoso, Magda V.; Modesto, Thayná; Oliveira, Ana Lígia de B.; Silva, Milton Nascimento da; Monteiro, Marta Chagas (2016). Breve revisão etnobotânica, fitoquímica e farmacologia de *Stryphnodendron adstringens* utilizada na Amazônia Brief review ethnobotany, phytochemistry and pharmacology of *Stryphnodendron adstringens* used in the Amazon. *Revista Fitos, Rio de Janeiro*, 10(3), 220–372. <https://doi.org/10.5935/2446-4775.20160025>

LIMA, L., Miranda, I., Knapic, S., Quilhó, T., & Pereira, H. (2018). Chemical and anatomical characterization, and antioxidant properties of barks from 11 *Eucalyptus* species. *European Journal of Wood and Wood Products*, 76(2), 783–792. <https://doi.org/10.1007/S00107-017-1247-Y>.

LORENÇO, M. S. *et al.* Valorization of Polyphenols from *Stryphnodendron adstringens* Bark for Use as a Sustainable Inhibitor of Nitrogen Volatilization in Soil. *ACS Agricultural Science & Technology*, v. XX, n. XX, 2021.

MIRANDA, I., Gominho, J., Mirra, I., & Pereira, H. (2012). Chemical characterization of barks from *Picea abies* and *Pinus sylvestris* after fractioning into different particle sizes. *Industrial Crops and Products*, 36(1), 395–400. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2011.10.035>

MIRANDA, I., Gominho, J., Mirra, I., & Pereira, H. (2013). Fractioning and chemical characterization of barks of *Betula pendula* and *Eucalyptus globulus*. *Industrial Crops and Products*, 41(1), 299–305. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2012.04.024>

MOLINO, S. *et al.* Natural Tannin Wood Extracts as a Potential Food Ingredient in the Food Industry. *Journal Of Agricultural and Food Chemistry*, v. 68, n. 10, p. 2836-2848, 2019.

MONTEIRO, J. M., de Albuquerque, U. P., de Lima Araújo, E., & Cavalcanti De Amorim, E. L. (2005). Taninos: uma abordagem da química à ecologia. *Química Nova*, 28(5), 892–896. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000500029>

MOTA, G. S., Araújo, E. S., Lorenço, M., de Abreu, J. L. L., Cláudia, C. L. S., Ferreira, C. A., Silva, M. G., Mori, F. A., & Ferreira, G. C. (2021). Bark of *Astronium lecointei* Ducke trees from the Amazon: chemical and structural characterization. *European Journal of Wood and Wood Products*, 79(5), 1087–1096. <https://doi.org/10.1007/s00107-021-01670-w>

NASCIMENTO, I. J. R. do, Jesus, H. S. de, & Alvim, H. G. de O. (2021). Uso dos taninos provenientes do barbatimão para cicatrização de ferimentos. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos*, 4(8), 201–212. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4630783>

NATARO, J. P., & Kaper, J. B. (1998). Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Clinical Microbiology Reviews*, 11(1), 142–201. <https://doi.org/10.1128/CMR.11.1.142/ASSET/543ECC96-20B2-4B61-BF01-C2F0928D8CF3/ASSETS/GRAPHIC/CM0180008014.JPEG>

NCCLS. NATIONAL COMMITTEE FOR CLINICAL LABORATORY STANDARDS. Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests: approved standard. 8th ed. Wayne, 2003. 249 p. (NCCLS Document, M2-A8).

PIZZI, A. (2008). Tannins: Major Sources, Properties and Applications. *Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources*, 179–199. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-045316-3.00008-9>

PIZZI, A. (2012). Recent developments in eco-efficient bio-based adhesives for wood bonding: opportunities and issues. <https://doi.org/10.1163/156856106777638635>, 20(8), 829–846. <https://doi.org/10.1163/156856106777638635>

PUJOL, D., Liu, C., Fiol, N., Olivella, M. À., Gominho, J., Villaescusa, I., & Pereira, H. (2013). Chemical characterization of different granulometric fractions of grape stalks waste. *Industrial Crops and Products*, 50, 494–500. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2013.07.051>

RIBEIRO, J.F.; Walter, B.M.T. 1998. Fitofisionomia do Bioma Cerrado. In: Sano S.M.; Almeida S.P. (Ed.). Cerrado ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA/Cerrados. p. 89-166.

Saiba quais são as características da Caatinga. (n.d.). Retrieved September 8, 2021, from <https://www.fundaj.gov.br/index.php/conselho-nacional-da-reserva-da-biosfera-da-caatinga/9193-saiba-quais-sao-as-caracteristicas-da-caatinga>

SANTOS, A. L., Santos, D. O., de Freitas, C. C., Ferreira, B. L. A., Afonso, I. F., Rodrigues, C. R., & Castro, H. C. (2007). *Staphylococcus aureus*: visitando uma cepa de importância hospitalar. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 43(6), 413–423. <https://doi.org/10.1590/S1676-24442007000600005>

SANTOS, S. C., Costa, W. F., Ribeiro, J. P., Guimarães, D. O., Ferri, P. H., Ferreira, H. D., & Seraphin, J. C. (2002). Tannin composition of Barbatimão species. *Fitoterapia*, 73(4), 292–299. [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(02\)00081-3](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(02)00081-3)

SANTOS, S. C., Costa, W. F., Batista, F., Santos, L. R., Ferri, P. H., Ferreira, H. D., & Seraphin, J. C. (2006). Seasonal variation in the content of tannins in barks of barbatimão species. *Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 16(4), 552–556.

SINGLETON, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3).

Sobre o bioma Caatinga. (n.d.). Retrieved September 8, 2021, from <https://www.aacaatinga.org.br/sobre-a-caatinga/#>

SUN, B., Ricardo-da-Silva, J. M., & Spranger, I. (1998). Critical Factors of Vanillin Assay for Catechins and Proanthocyanidins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(10), 4267–4274. <https://doi.org/10.1021/JF980366J>

TONDI, G., Zhao, W., Pizzi, A., Du, G., Fierro, V., & Celzard, A. (2009). Tannin-based rigid foams: A survey of chemical and physical properties. *Bioresource Technology*, *100*(21), 5162–5169. <https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2009.05.055>

TRIVEDI, M. K., Patil, S., Shettigar, H., Bairwa, K., & Jana, S. (2015). Phenotypic and Biotypic Characterization of *Klebsiella oxytoca*: An Impact of Biofield Treatment. *Microbial & Biochemical Technology*, *7*(4), 202–205. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01375990>

ZHISHEN, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, *64*(4), 555–559. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2)