



JOÃO GILBERTO MEZA UCELLA FILHO

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO E
ANTIOXIDANTE DOS TANINOS DAS CASCAS DE ESPÉCIES
ARBÓREAS**

LAVRAS – MG

2021

JOÃO GILBERTO MEZA UCELLA FILHO

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO E
ANTIOXIDANTE DOS TANINOS DAS CASCAS DE ESPÉCIES
ARBÓREAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Fábio Akira Mori
Orientador

Profa. Tatiane Kelly Barbosa de Azevêdo
Coorientadora

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).**

Ucella Filho, João Gilberto Meza.

Avaliação do potencial antimicrobiano e antioxidantes dos taninos das cascas de espécies arbóreas / João Gilberto Meza Ucella Filho. - 2021.

138 p.

Orientador(a): Fábio Akira Mori.

Coorientador(a): Tatiane Kelly Barbosa de Azevedo.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2021.

Bibliografia.

1. Taninos. 2. Atividade antimicrobiana. 3. Atividade antioxidante. I. Mori, Fábio Akira. II. Azevedo, Tatiane Kelly Barbosa de. III. Título.

JOÃO GILBERTO MEZA UCELLA FILHO

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO E ANTIOXIDANTE DOS
TANINOS DAS CASCAS DE ESPÉCIES ARBÓREAS**

**EVALUATION OF THE ANTIMICROBIAL AND ANTIOXIDANT POTENTIAL OF
TANNINS IN THE BARKS OF TREE SPECIES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADO em 22 de março de 2021
Dr. Fábio Akira Mori UFLA
Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli UFLA
Dra. Caroline Junqueira Sartori IFMG



Prof. Dr. Fábio Akira Mori
Orientador

LAVRAS – MG

2021

A minha família, amigos, professores e todas as pessoas que contribuíram para que, mesmo em momento de pandemia, esta dissertação fosse finalizada de forma satisfatória.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha vida, sabedoria, por todas as minhas conquistas, em especial pelo ingresso na Universidade Federal de Lavras – UFLA e o término do mestrado no Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia da madeira.

A minha família, em especial meus pais Cláudia Katiane Damasceno Meza Ucella e João Gilberto Meza Ucella, ao meu irmão Vitor Damasceno Meza Ucella, minhas avós Miltes Ucella e Fátima Maria Lopes Anselmo e ao meu avô Idenilson Anselmo Damasceno, que mesmo distante estiveram sempre ao meu lado me apoiando, dando forças e emanando energias positivas para que eu pudesse me manter firme durante este período longe de casa.

Aos meus amigos que estiveram sempre comigo e aos que tive prazer de conquistar ao longo desta jornada, que levarei para vida inteira, com muito afeto, saudades e por todo amor compartilhado junto a eles.

A todos os docentes e técnicos da Universidade Federal de Lavras, em especial meu orientador professor dr. Fábio Akira Mori e a professora dra. Roberta Hilsdorf Piccoli por todo aprendizado, carinho e confiança depositados.

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.

A Universidade Federal de Lavras e a Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte pela estrutura disponibilizada para o desenvolvimento desta pesquisa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos durante os anos de mestrado.

“...quando a ignorância é felicidade, é loucura ser sábio” (Thomas Gray)

RESUMO GERAL

Este trabalho teve por objetivo realizar revisão bibliométrica sobre uso dos extratos tânicos como antimicrobianos e avaliar o potencial antioxidante e antibacteriano das substâncias tânicas das cascas do caule de espécies lenhosas visando auxiliar o tratamento da mastite bovina e toxinfecção alimentar. O Scopus foi o banco de dados utilizado para as análises bibliométricas e estado da arte. As cascas das espécies *Mimosa tenuiflora* Willd.; *Mimosa caesalpinifolia* Benth.; *Anacardium occidentale* L.; *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. e o tanino comercial da *Acacia mearnsii* De Willd. foram utilizadas para caracterização química e determinação do potencial antimicrobiano e antioxidante dos taninos. Foram determinados o Teor de sólidos totais (TST), Índice de Stiasny (IS), Teor de taninos condensados (TCT), Fenóis totais e Flavonoides; a constituição química do tanino por Espectroscopia na Região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) e composição química dos extratos por cromatografia líquida (HPCL). Atividade antioxidante foi estimada pelo método de DPPH. O potencial antimicrobiano foi determinado pela técnica de difusão em disco, concentração inibitória mínima (CIM) e bactericida mínima (CMB), respectivamente, com cepas isoladas clínicas e subclínicas da mastite bovina e com bactérias associadas a toxinfecção alimentar. O levantamento bibliométrico contabilizou 320 estudos, ficando evidente também a falta de interação entre os autores e instituições mais influentes. *M. tenuiflora* apresentou maior percentual de TCT na casca (37,27%), enquanto para o IS a *A. occidentale* e *M. caesalpinifolia* se destacaram em relação as demais, com valores acima de 90%. A presença dos grupos OH foi comum a todos os taninos avaliados. A concentração de catequina foi maior para *A. mearnsii* e ácido gálico para *A. occidentale*, com valores de 1634,48 e 115,2 mg/100g, respectivamente. Todos os taninos apresentaram potencial antioxidante melhor que o BHT e se mostraram ótimos agentes antimicrobianos. Entretanto, a bactéria *E. coli* apresentou maior resistência quando comparada com as demais bactérias analisadas. Portanto, os taninos possuem potencial de utilização como antioxidantes e antimicrobianos para o tratamento da mastite bovina e toxinfecção alimentar de origem bacteriológica.

Palavras-chave: Substâncias tânicas, estresse oxidativo, plantas medicinais, fitofármacos

GENERAL ABSTRACT

This work aimed to carry out a bibliometric review on the use of tannic extracts as antimicrobial agents and to evaluate the antioxidant and antibacterial potential of tannic substances from the stem barks of woody species with a view to aiding the treatment of bovine mastitis and foodborne toxin infection. Scopus was the database used for the bibliometric and state-of-the-art analyses. The barks of the species *Mimosa tenuiflora* Willd.; *Mimosa caesalpinifolia* Benth.; *Anacardium occidentale* L.; *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. and the commercial tannin of *Acacia mearnsii* De Willd. were used for chemical characterization and determination of the antimicrobial and antioxidant potential of the tannins. The total solid content (TST), Stiasny Index (IS), condensed tannin content (TCT), total phenols and flavonoids ; the chemical constitution of the tannin by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and chemical composition of the extracts by liquid chromatography (HPCL) were determined. Antioxidant activity was estimated by DPPH method. The antimicrobial potential was determined by disc diffusion technique, minimum inhibitory concentration (MIC), and minimum bactericidal concentration (MBC), respectively, with clinical and subclinical isolated strains of bovine mastitis and bacteria associated with food toxoinfection. The bibliometric analysis accounted for 320 studies, also becoming evident the lack of interaction between the most influential authors and institutions. *M. tenuiflora* showed the highest percentage of TCT in the bark (37.27%), while for HS, *A. occidentale* and *M. caesalpinifolia* stood out in relation to the others, with values above 90%. The presence of the OH groups was common to all the tannins evaluated. Catechin concentration was higher for *A. mearnsii* and gallic acid for *A. occidentale*, with values of 1634.48 and 115.2 mg/100g, respectively. All tannins showed better antioxidant potential than BHT and proved to be excellent antimicrobial agents. However, *E. coli* bacteria showed higher resistance when compared to the other bacteria analyzed. Therefore, tannins have the potential to be used as antioxidants and antimicrobial agents for the treatment of bovine mastitis and bacterial foodborne infections.

Keywords: Tannic compounds, oxidative stress, medicinal plants, phytopharmaceuticals

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| PRIMEIRA PARTE | 11 |
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. OBJETIVOS | 14 |
| 2.1 Objetivo geral | 14 |
| 2.2 Objetivos específicos | 14 |
| 3. REFERENCIAL TEÓRICO | 15 |
| 3.1 Taninos | 15 |
| 3.2 Taninos condensados: estrutura química, funções e aplicações | 17 |
| 3.3 Taninos hidrolisáveis: estrutura química, funções e aplicações | 17 |
| 3.4 Espécies produtoras de taninos | 18 |
| 3.4.1 <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir. | 19 |
| 3.4.2 <i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth..... | 20 |
| 3.4.3 <i>Anacardium occidentale</i> L..... | 21 |
| 3.4.4 <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville..... | 22 |
| 3.4.5 <i>Acacia mearnsii</i> Wild. | 23 |
| 3.5 Potencial antimicrobiano dos taninos | 24 |
| 3.6 Propriedades antioxidantes dos taninos | 26 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 29 |
| 5. REFERÊNCIAS | 30 |
| SEGUNDA PARTE – ARTIGOS | 36 |
| ARTIGO 1: Uso dos extratos tânicos das cascas de plantas para o tratamento de doenças causadas por microrganismos patogênicos | 37 |
| ARTIGO 2 – Ação antimicrobiana dos taninos extraídos das cascas de árvores como inibidor do desenvolvimento de bactérias associadas a mastite bovina | 95 |
| ARTIGO 3 - Taninos das cascas de espécies lenhosas podem auxiliar no tratamento da toxinfecção alimentar de origem bacteriana? | 113 |

PRIMEIRA PARTE

1. INTRODUÇÃO

Com o rápido crescimento populacional no mundo torna-se cada vez mais frequente o surgimento de novas doenças, principalmente as ocasionadas por microrganismos patogênicos. Caso evidente e atual a COVID- 19, vírus que se espalhou rapidamente por todo globo terrestre se tornando pandemia difícil de ser controlada. Entretanto, bactérias, fungos e vírus como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida Albicans*, HIV, são exemplos de espécies que há muitos anos desenvolvem enfermidades em humanos como toxinfecção alimentar, doenças sexualmente transmissíveis, assim como também podem atingir animais domésticos, como os gados leiteiros, desencadeando na mastite bovina e, conseqüentemente, na diminuição da produção de leite.

Associado a estas problemáticas, existe também a resistência destes microrganismos aos antibióticos utilizados para o tratamento destas doenças, dificultando a recuperação dos pacientes infectados. Além destas patologias, desequilíbrios que ocorrem no corpo podem ocasionar, por exemplo, os estresses oxidativos, desencadeando no envelhecimento precoce, diabetes, doenças neurodegenerativas, problemas cardíacos, câncer, dentre outros. Com isso, a busca por produtos fármacos que sejam mais eficientes que os utilizados atualmente, tornam-se cada vez mais frequentes, principalmente de origem natural, devido à baixa probabilidade de causar reações adversas aos consumidores e por estarem disponíveis em abundância na natureza, como nas plantas.

As plantas possuem em sua composição compostos químicos estruturais e produtos do seu metabolismo secundário que são fontes de substâncias bioativas com características medicinais conhecidas, dentre estes, evidenciam-se os compostos fenólicos, em especial os taninos. Os taninos são polifenóis amplamente encontrados em todo o reino vegetal, principalmente nas espécies lenhosas, em destaque as pertencentes as famílias Fabaceae e Anacardiaceae; estão distribuídos em concentrações e composições distintas nas folhas, frutos, flores, cerne, albúrnio e nas cascas; quimicamente são classificados em hidrolisáveis e condensados, sendo este último o mais utilizado, devido estar em abundância nas árvores, ser extraído facilmente com uso de diferentes solventes e com aplicabilidades variadas, como no tratamento de doenças, em virtude das suas propriedades medicinais.

O Brasil, por sua vez, possui ampla biodiversidade e com espécies potencialmente produtoras de taninos. Isto posto, faz-se importante a investigação de novos agentes antimicrobianos destacando-se espécies arbóreas que são amplamente utilizadas na medicina popular, como a *Mimosa tenuiflora* Willd (jurema-preta), *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth

(sabiá), *Anacardium occidentale* L. (cajueiro), *Acacia mearnsii* De Wild e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (barbatimão), visando aumento das opções terapêuticas ofertadas pelos profissionais da saúde para o tratamento da toxinfecção alimentar e mastite bovina, através da utilização de fitofármacos e com eficácia comprovada para as mesmas indicações terapêuticas dos medicamentos sintéticos, assim como, a descoberta de novos antioxidantes que possam servir como alternativa de utilização na indústria de alimentos, cosméticos e farmacêuticas em substituição aos antirradicais não naturais que tornam-se tóxicos aos consumidores destes produtos a longo prazo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver revisão bibliométrica e estado da arte sobre uso dos extratos tânicos como antimicrobianos e verificar o potencial antioxidante e antimicrobiano dos taninos das cascas do caule de espécies lenhosas visando servir como indicativo para auxiliar o tratamento da mastite bovina e toxinfecção alimentar de origem bacteriana.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar levantamento bibliográfico para o desenvolvimento do estado da arte e análise bibliométrica sobre pesquisas com uso dos taninos como agentes antimicrobianos, com o intuito de observar os avanços da ciência nesta temática e identificar as lacunas existentes.
- Extrair e quantificar os taninos das cascas do caule da *Mimosa tenuiflora* Willd., *Mimosa caesalpinifolia* Benth., *Anacardium occidentale* L., *Acacia mearnsii* De Wild e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville.;
- Realizar a caracterização química dos taninos por FITR e Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC);
- Determinar a atividade antioxidante dos taninos pelo método de DPPH;
- Avaliar atividade antimicrobiana dos taninos frente a isolados clínicos e subclínicos de mastite bovina e bactérias associadas a toxinfecção alimentar.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Taninos

Os produtos naturais desenvolvidos pelas plantas são classificados em dois grandes grupos, os metabólicos primários e secundários. Os metabólitos primários têm como objetivo principal a síntese de compostos essenciais para sobrevivência do vegetal, como a fotossíntese e todos os demais processos vitais, associados a formação de proteínas, α -aminoácidos, ácidos nucleicos, hidratos de carbono, ácido gordos, ácidos carboxílicos do ciclo de Krebs e dentre outros (RAVEN, 2014; ZHAO et al., 2021). Os metabólicos secundários, por sua vez, são biossintetizados a partir do metabolismo primário, com distribuição restrita em certas plantas, como as de crescimento secundário, e se dividem em terpenos, compostos nitrogenados e compostos fenólicos (KUTCHAN et al., 2015; OLIVOTO et al., 2017).

Os compostos fenólicos são formados por moléculas simples e/ou com alto grau de polimerização e são incluídos na categoria de interruptores de radicais livres, despertando grande interesse para ciência e para indústria, devido as suas diferentes aplicabilidades, como antioxidantes, antifúngicos e antinutricional (SHAHIDI; JANITHA; WANASUNDAR, 1992; BRAVO, 1998; SOARES, 2002). Além disso, contêm pelo menos um grupo hidroxilo ligado a anel benzénico (fenol) e podem conter em sua constituição outra estrutura, como exemplo dos açúcares e/ou ácidos orgânicos (CROFT, 1998). Dentre sua composição química vasta, os que apresentam maior peso molecular e diversidade estrutural que permitem vastas combinações que acontece na natureza são os polifenóis, em especial os taninos.

Os taninos são substâncias encontradas na maioria das plantas lenhosas e podem ser identificadas em diferentes regiões, como folhas, raízes, flores, frutos, alburno, cerne e cascas, apresentando-se na maioria das vezes em maior quantidade nas madeiras e cascas, respectivamente (ASHOK e UPADHYAYA, 2012). Além disto, a concentração deste material também varia de acordo com a idade da planta, local de coleta e tamanho da árvore (LARCHER, 2000; AZEVEDO et al. 2015).

As suas características visuais e olfativas variam de acordo com as espécies vegetais e modo de extração, como é descrito por Pizzi (2019), podendo ser brancos, vermelhos, amarronzados, brilhosos, ter gosto amargo, odor repulsivo, e ainda alta capacidade de causar intoxicações em animais; estas características favorecem a proteção contra-ataques de fungos, bactérias, vírus e herbívoros.

Segundo Bunn (1988), os taninos ainda têm por função prevenir a rápida degradação das plantas no solo, ocorrendo o aumento de nutrientes que será essencial para a próxima fase

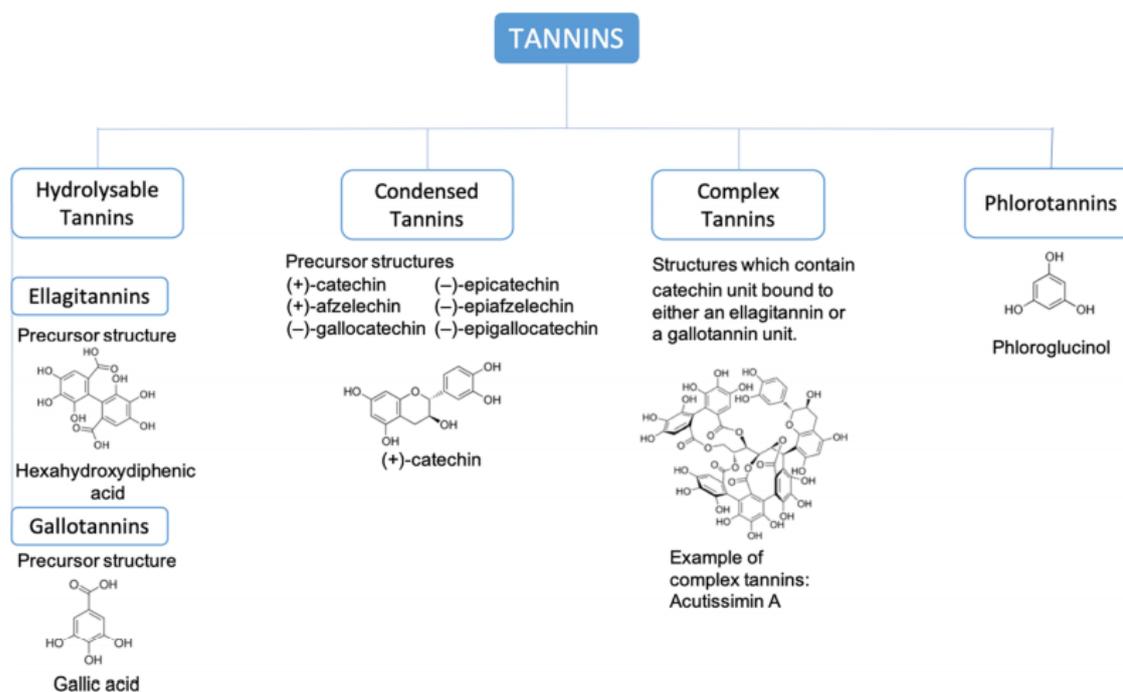
vegetativa da planta. Também estão envolvidas nos processos de atração de polinizadores e dispersão de sementes (PRINCE; BUTLER, 1980).

Quimicamente os taninos são descritos como sendo todos os compostos fenólicos solúveis em água, com peso molecular situado entre 500 e 3000 Da, cujas principais propriedades são a de formarem complexos insolúveis com os alcalóides, gelatina e outras proteínas (BATE-SMITH; SWAIN, 1962). Ainda, de acordo com Mello e Santos (2001), um mol de taninos pode ligar-se a doze mol de proteínas.

Historicamente, as substâncias tânicas são divididas quimicamente em dois grupos de polifenóis, os condensados e hidrolisáveis (Ambos os grupos foram geralmente descritos como sintetizados por plantas superiores) sendo o primeiro o mais aplicado em escala industrial devido sua facilidade de extração com diferentes solventes como água, etanol, metanol, éter de petróleo, álcool, acetona, acetato de etila e entre outros (MANDAL et al., 2013; KIN SALIN et al., 2014; NAIMA, et al., 2015; AKTER et al., 2019).

Entretanto, sua classificação estrutural e a descrição dos produtores estão sendo atualizadas (FRAGA-CORRÊA, 2020), isto se deve porque algas da classe Phaeophyceae são capazes de sintetizar uma classe exclusiva de taninos, os florotaninos cuja base estrutural comum é o floroglucinol. Deste modo, os taninos hoje podem ser classificados em galotaninos, elagitaninos, taninos complexos, taninos condensados e florotaninos (Figura 1).

Figura 1. Estrutura química das diferentes classificações dos taninos.



Fonte: Molino et al. (2020)

3.2 Taninos condensados: estrutura química, funções e aplicações

Os taninos condensados ou proantocianidinas, assim denominados por apresentarem coloração avermelhada da classe das antocianidinas, como cianidina e delphinidina (SANTOS; MELLO, 1999), consistem em oligômeros de flavonóides de diferentes graus médios de polimerização. São compostos quimicamente por polímeros de flavan-3-ol e/ou flavan- 3,4-diol, produtos do metabolismo do fenilpropanol e podem conter de duas a cinquenta unidades flavanóides (DREWES e ROUX, 1961; ROUX e PAULUS, 1963). São resistentes à hidrólise, mas podem ser solúveis em solventes orgânicos aquosos, dependendo de sua estrutura; estão associados a defesa das plantas contra bactérias e fungos.

De modo geral, a estrutura básica dos taninos é baseada na unidade de flavonóides (Figura 1), em que algumas vezes podem conter cadeias de carboidratos (Resíduos decompostos de hemiceluloses e hexoses, pentoses e dissacarídeos juntamente com alguns iminoácidos e aminoácidos) de vários comprimentos. As unidades de flavonóides são geralmente ligadas C4 a C6, ou C4 a C8 para formar uma variedade de cadeias curtas de comprimentos diferentes de acordo com o tipo de taninos (PIZZI, 1983; RABEDE et al. 2013).

Os taninos condensados podem ser utilizados como coagulantes para o tratamento de água (BELLO et al., 2020), curtimento de couro (PIZZI, 2019), adesivos de madeira (ARAÚJO et al., 2021), aplicações farmacêuticas e médicas (KRIFA et al., 2014), aditivos e antioxidantes para vinho, cerveja e sucos de frutas (RICCI, et al., 2017), espumas à prova de fogo e isolantes térmicos (BASSO et al., 2015).

As substâncias tânicas também se apresentam como produto socioeconômico importante para as regiões produtoras e comercializadoras de taninos. No Brasil, por exemplo, é considerado o principal produto florestal não madeireiro exportado do país (BRASIL, 2018), destacando-se o da espécie *Acacia mearssi* Wild., única com plantio comercial localizada na região sul do Brasil (GRIFFIN, et al. 2011). Em estimativa realizada por Guangcheng, Yunlu e Yazaki (1991), os taninos condensados correspondem a 90% da produção mundial, ultrapassando a faixa de 350.000 ton./ano.

3.3 Taninos hidrolisáveis: estrutura química, funções e aplicações

Os taninos hidrolisáveis, associados a defesa da planta ao ataque a herbivoria devido seu gosto adstringente, estes são formados por ésteres de ácidos gálicos e ácidos elágicos glicosilados, formados a partir do chiquimato, no qual os grupos hidroxila do açúcar são esterificados com os ácidos fenólicos (HELDT, 1997; MONTEIRO; ALBUQUERQUE;

ARAÚJO, 2005). Os frutos verdes apresentam maior concentração de taninos hidrolisáveis, porém, diminui de acordo com o amadurecimento do mesmo (BRUNETON, 1991). As substâncias tânicas hidrolisáveis possuem propriedades indesejáveis, o que lhe confere baixa reatividade com o formaldeído, baixo caráter nucleofílico e conseqüentemente o seu uso é limitado na produção mundial (PIZZI, 1983).

Para Pizzi (2019) os taninos hidrolisáveis apresentam estruturas químicas mais simples e são derivados de ácido gálico, sendo classificados de acordo com os produtos obtidos após a hidrólise: i) gallo-taninos (compostos de ácido gálico e glicose) e ii) elagi-taninos (compostos de unidades biaril e glicose).

Os Gallo-taninos ou ácidos tânicos por sua vez são umas das substâncias mais importantes deste tipo de tanino, e podem ser divididos em gallo-taninos de tara (composto de ácido gálico, quínico e glicose) e café-taninos (ácido quínico esterificado com ácidos cafeico mais compostos de glicose) (GIOVANDO et al. 2013; RABEDE et al. 2013). Enquanto os Elagi-taninos contém ligação adicionais que surgem de reações de acoplamento oxidativo adicionais entre os fragmentos de galofila, portanto, a sua biossíntese é a progressão enzimática oxidativa dos galotaninos (PASCH; PIZZI, 2002).

3.4 Espécies produtoras de taninos

Os taninos podem ser encontrados em mais de 500 espécies, destacando-se as lenhosas, estando presente em 175 famílias, divididas em angiospermas e gimnospermas (PRANCE e PRANCE, 1993). As famílias mais representativas em produção de taninos são: Fabaceae, Anacardiaceae, Combretaceae, Rizoforaceae, Mirtaceae e Polygonaceae. A família Miristicaceae se destaca em comparação as demais, devido os tubos taníferos distintivos observados nos raios das madeiras de todas as espécies. Enquanto para as Fabaceae é comum apresentarem concentrações consideráveis de taninos em suas cascas.

Atualmente as espécies *Schinopsis* spp. (Quebracho), *Quercus* spp. (Carvalho), *Eucalyptus astringens*, *Conium maculatum* L. (Cicuta), *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonp. (Castanha-do-Brasil) e *Acacia mearnsii* Wild. (Acácia negra), são as mais utilizadas para extração a nível comercial de taninos condensados, isso se deve por apresentarem em suas cascas valores altos de substâncias tânicas, variando de 25% a 50% (PANSKIN et al., 1962; HASLAM, 1966; GRIFFIN, et al. 2011; CALEGARI, et al., 2016).

No Brasil algumas espécies se destacam como potencialmente produtoras de taninos, como *Mimosa arenosa* (Willd.) Poir. (Jurema Vermelha), *Piptadenia colubrina* Benth (Angico branco), *Piptadenia cebilgriseb* (Angico roxo), *Psidium rium* M. (Araçá cagão), *Myrcia eximia*

DC. (Cumatê), *Psidium acutangulum* (Aracá pinga), *Psidium guajava* L. (Goiabeira), *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. var. *cebil* (Gris.) Alts. (Angico vermelho), *Anadenanthera falcata* Benth. (Angico do Cerrado) e *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão) (TRUGILHO et al., 1997; PAES et al., 2006; ARAÚJO et al., 2020).

O Nordeste é classificado como a maior região produtora de tanantes (IBGE, 2017), sendo a espécie de maior destaque a *Anadenanthera colubrina*, conhecida popularmente como Angico-vermelho, bastante utilizado nos curtumes da região, refletindo assim em processo de extração das cascas de forma predatória, resultando em espécie ameaçada de extinção (PAES, et al. 2006). Entretanto, trabalhos também já foram realizados para qualificar a concentração de taninos das cascas em outras espécies características da região, como *Mimosa tenuiflora* (AZEVEDO et al., 2015), *Mimosa caesalpinifolia* (AZEVEDO et al., 2017) e *Anacardium occidentale* (ARAÚJO et al., 2018), visando reduzir os impactos exploratórios do angico vermelho.

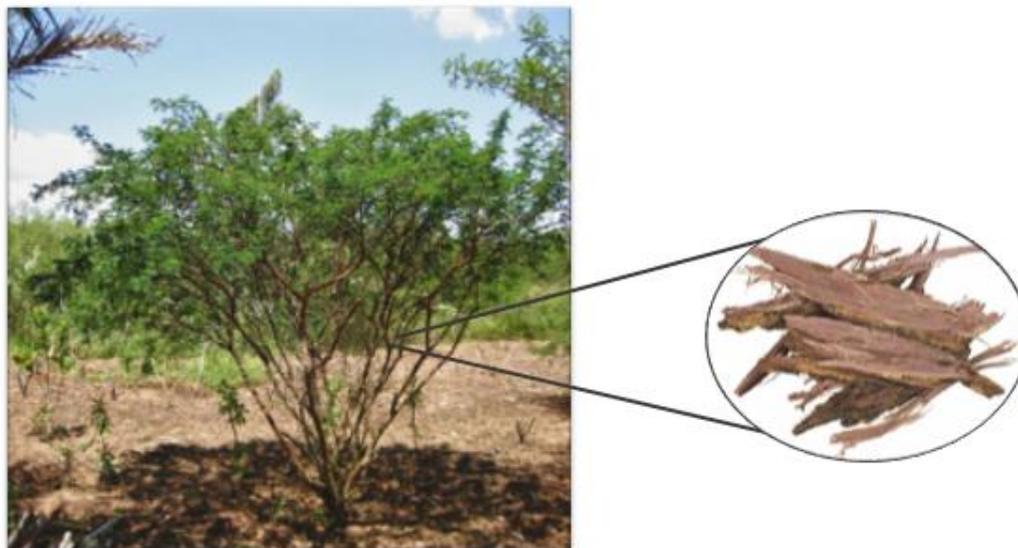
Desse modo, a busca por novas espécies potencialmente produtoras de taninos e verificar as diferentes aplicabilidades destas substâncias se fazem cada vez mais importantes visando não somente minimizar a exploração descontrolada das espécies tradicionalmente usadas, como também servir de novas opções para as diferentes áreas industriais.

3.4.1 *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.

Popularmente conhecida como Jurema-Preta, *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Figura 2) pertence à família Fabaceae, subfamília Mimosoideae, gênero *Mimosa* e encontra-se distribuída por todos os estados do Nordeste, sendo bastante característico do Bioma Caatinga. Esta espécie cresce em média de 5 a 7 m de altura, possui caule ereto ou levemente inclinado, com ramificação abundante, casca com coloração marrom escuro e presença de acúleos, sendo este último desenvolvido como forma de adaptação devido à escassez de água do local que ela está inserida (MAIA, 2004).

A Jurema preta desempenha papel importante tanto socialmente, economicamente quanto ecologicamente, visto que pode ser utilizada como forrageira, estacas e mourões, carvão e para recuperação de áreas degradadas. Esta espécie também apresenta em sua casca o valor médio de 18,84% de taninos condensados, podendo ser empregado nas indústrias de curtimento de pele animal, adesivos naturais e farmacêutica (AZEVEDO et al. 2017).

Figura 2. *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. evidenciando a sua casca.



Fonte: adptado INCT

A literatura também relata o potencial que a *M. tenuiflora* possui para o tratamento de doenças causadas por microrganismos patogênicos devido as suas propriedades antimicrobianas. Gonçalves, Alves Filho e Menezes (2005) ao utilizarem o extrato hidroalcoólico de Jurema Preta observaram efeito inibidor sobre *Escherichia coli*, *Streptococcus pyogenes*, *Proteus mirabilis*, *Shigella sonnei*, *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus* spp. coagulase negativa. Enquanto Padilha et al. (2010) ao avaliarem a atividade antimicrobiana do extrato da mesma espécie frente a isolados clínicos de *S. aureus* por meio da CIM (Concentração inibitória mínima), encontraram efeitos bacteriostáticos e bactericidas com CIM variando de 0,18 a 0,36 mg/mL.

3.4.2 *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.

Mimosa caesalpiniaefolia Benth., conhecida como sabiá, unha de gato ou sansão-do-campo, pertence à família Fabaceae. É uma espécie de rápido crescimento podendo atingir até 10 m de altura, apresenta resistência à seca e desenvolve-se bem em áreas degradadas (MAIA, 2004). Ocorre nos estados do Piauí, Pernambuco, Alagoas, Rio Grande do Norte, Paraíba, Bahia e Ceará (Figura 3) (AZEVEDO NETO, 2010).

Por ser uma espécie bastante comum no Bioma Caatinga o seu uso é destinado a diversos seguimentos, como alimentação animal, mourões e estacas, energia, paisagismo e na medicina popular (LORENZI, 2002; MAIA, 2004). De acordo com Agra et al., (2008) e Figueirôa et al. (2005) a casca do sabiá pode ser utilizada para elaboração de Infusão como tônico no tratamento de bronquite ou de uso externo (Cozimento da casca para estancar ferimentos). Além disto, o

extrato de acetato de etila da casca desta espécie demonstrou ação antimicrobiana sobre *S. aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* (CALLOU et al. 2012).

Figura 3. Visão geral da *Mimosa caesalpinifolia* Benth.



Fonte: mundodasementes.com

Estas propriedades fitoterápicas da *M. caesalpinifolia* podem estar bastante associados ao teor de taninos presentes nas cascas. Azevedo et al. (2017) ao estudarem a concentração de substâncias tânicas presentes em partes da árvore sabiá, constaram que o teor de taninos condensados (TCC) presente na casca foi em torno de 8,38% e um I, que indica a pureza do material, aproximadamente 91%. Os mesmos concluem que outros estudos devem ser realizados com esta espécie visando o melhor aproveitamento e agregando valor a mesma.

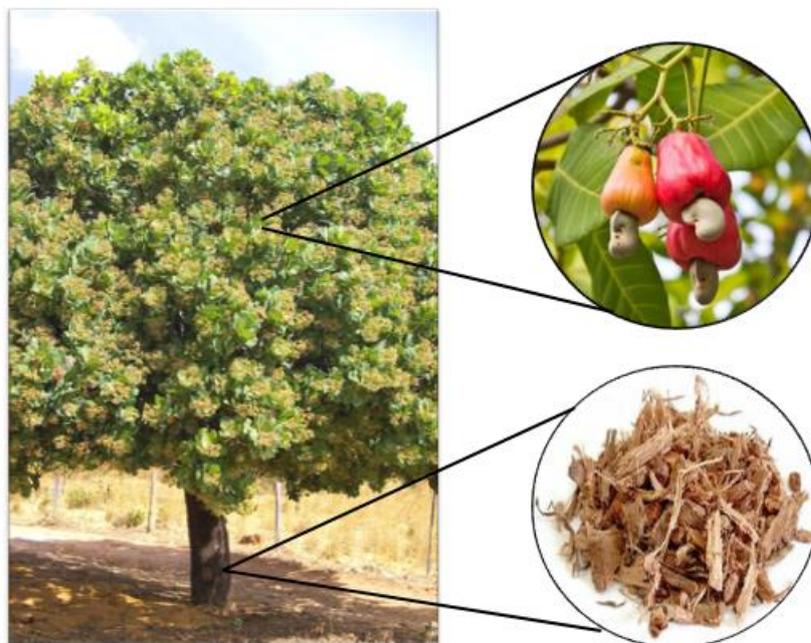
3.4.3 *Anacardium occidentale* L.

Anacardium occidentale L. (Figura 4), pertencente à família Anacardiaceae e ao gênero *Anacardium*, é conhecida popularmente como cajueiro e se desenvolve em regiões de alta temperatura e elevadas precipitações. Esta espécie é uma das culturas de maior importância sócio-econômica para a região Nordeste do Brasil, isso se deve principalmente a castanha (fruto) e ao pedúnculo que possui alto teor de vitamina C e grande valor nutricional (AGOSTINI-COSTA et al., 2004).

Anacardium occidentale é dotado de diversas propriedades biológicas como anti-inflamatória, antioxidantes, cicatrizante e antimicrobiana. Na região Nordeste do Brasil a prática fitoterápica utilizando esta espécie é bastante comum, usado para aliviar dor de dente,

como anti-inflamatório para gengiva e garganta, bronquite, artrite, cólicas intestinais, icterícia, contra diabetes, asma e até mesmo como afrodisíaco (AGRA et al., 2007).

Figura 4. *Anacardium occidentale* L. evidenciando a sua casca e seu fruto.



Fonte: Árvores do cerrado

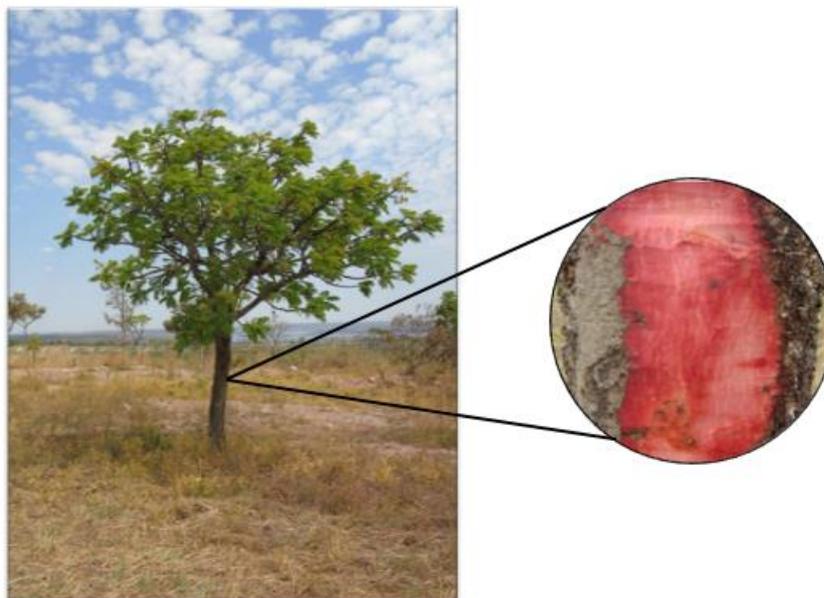
O Cajueiro também apresenta em suas cascas 19,83% de teor de taninos condensados, evidenciando assim o seu uso para o tratamento de doenças causadas por microrganismos patogênicos, como *S. aureus* (PAES et al. 2006; SILVA et al. 2007).

3.4.4 *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville.

O barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville) pertence à família Fabaceae e subfamília Mimosoideae que predomina no bioma Cerrado (Figura 5). Esta espécie possui grande importância econômica para o estado de Minas Gerais, sendo empregado na medicina popular principalmente devido às suas propriedades adstringentes e cicatrizantes e como anti-inflamatório.

O grande interesse sobre o barbatimão se deve ao tanino, principalmente para uso medicinal, onde as concentrações dessas substâncias na árvore variam de 20 a 30% (BENVIDO et al. 2010). Em virtude da confirmação de sua eficácia para fins terapêuticos, *S. adstringens* faz parte da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS) assim como também se encontra presente no formulário de fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira como cicatrizante na forma farmacêutica de creme (FARMACOPEIA BRASILEIRA, 2011).

Figura 5. *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. evidenciando o seu caule.



Fonte: desconhecida

Hasenack et al. (2008) ao avaliarem a atividade antibacteriana do barbatimão sobre cepas de *S. aureus* encontraram que o extrato alcoólico preparado com a casca da *S. adstringens* demonstrou ser bactericida em concentrações iguais ou inferiores a 12,5 mg/mL para a cepa-padrão *S. aureus* ATCC 25923. Enquanto Thomazi, Bertolin e Pinto (2010) observaram o seu potencial antibacteriano sobre as bactérias *P. mirabilis*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterobacter* sp, *Staphylococcus saprophyticus*, *S. aureus*, *Staphylococcus* sp., *E. coli*, bacilos Gram-negativos não fermentadores, *Citrobacter* sp., *Enterobacter agglomerans*, *P. aeruginosa*, *Klebsiella oxytoca*.

3.4.5 *Acacia mearnsii* Wild.

Acacia mearnsii Wild., conhecida popularmente como acácia-negra, pertence à família Fabaceae e ocorre naturalmente no sudeste da Austrália. No Brasil, foi introduzida no Rio Grande do Sul no ano de 1930 pela empresa TANAC e atualmente é a terceira espécie florestal mais plantada no país, estando atrás apenas das espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* (Figura 6) (RESENDE et al., 1991).

O uso da Acácia negra pode ser em diversos seguimentos, como na recuperação dos solos de baixa fertilidade, indústria de celulose, pois apresenta um material de boa qualidade para a produção de celulose kraft, madeira aglomerada, lenha, secagem de grãos, fumo, padarias, olarias, além do uso doméstico (TONIETTO; STEIN, 1997). Boland et al. (1984) afirmam que esta espécie é a principal fonte de casca para produção de taninos vegetais com

características químicas que lhe conferem a aplicação para o curtimento de couro, adesivos de madeira e obtenção de agentes coagulantes naturais.

Figura 6. *Acacia mearnsii* Wild. evidenciando as suas flores e folhas.



Fonte: desconhecida

Além destes usos, em estudo realizado por Oliveira et al. (2016) buscando avaliar ação antibacteriana *in vitro* dos extratos da casca da *A. mearnsii*, observaram efeito inibidor nas bactérias *E. coli*, *Enterococcus faecalis*, *P. aeruginosa* e *S. aureus*, sendo a última a mais sensível aos extratos.

3.5 Potencial antimicrobiano dos taninos

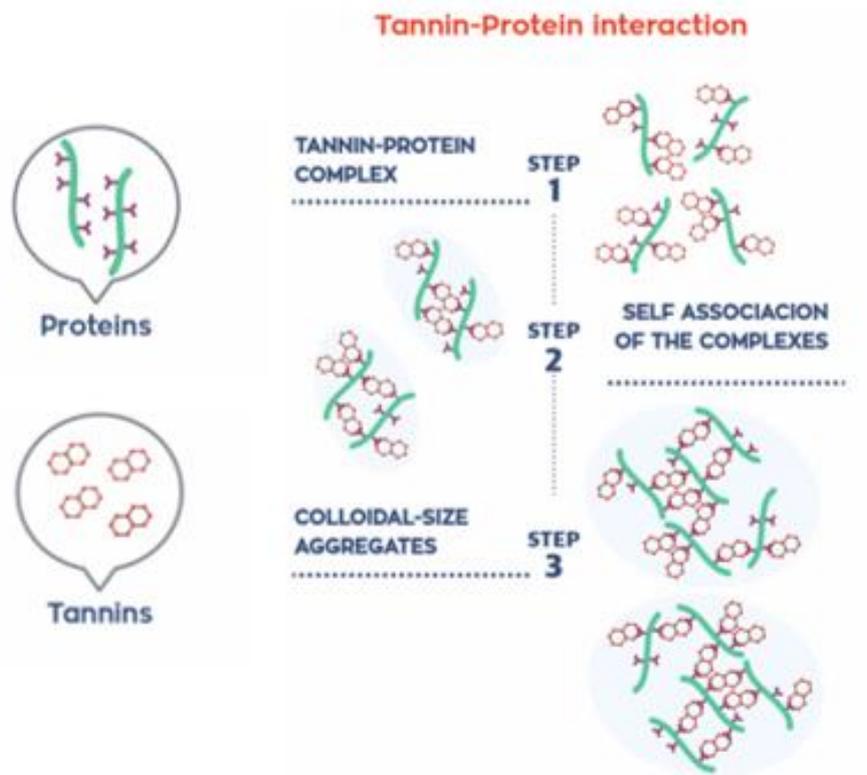
O uso indiscriminado de medicamentos para o tratamento de doenças causadas por microrganismos tem levado ao aumento da resistência bacteriana aos antimicrobianos mais comumente usados, tornando-se assim um dos principais problemas enfrentados pela saúde pública atualmente (LOUREIRO et al. 2016). De acordo com a *World Health Organization – WHO* (2018) a *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *S. aureus*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Chlamydia trachomatis* e *Treponema pallidum*, são exemplos de bactérias que vêm apresentando resistência aos antimicrobianos.

Segundo Negri et al. (2014), os agentes que ocorrem naturalmente são considerados fontes promissoras de moléculas bioativas com propriedades antimicrobianas, podendo ser utilizados para formulação de fitofármacos.

O uso de plantas medicinais faz parte da prática da medicina popular desenvolvida a muitos anos (BRUNING et al. 2012). Para Calixto (2000) os fitofármacos são preparações padronizadas à base de plantas, constituídas por misturas complexas de uma ou mais plantas no seu estado bruto ou processado adicionado de certos excipientes. Estes tipos de medicamentos por sua vez apresentam efeitos farmacológico por sinergismo e baixa probabilidade de causar efeitos colaterais (YUNES; PEDROSA; FILHO, 2001).

Os taninos possuem a capacidade se associar com moléculas de proteínas a partir de ligações de hidrogênio e interações hidrofóbicas, facilitando o processo de precipitação das proteínas (Figura 7) 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 as suas propriedades adstringentes, antioxidante, antiviral, antitumoral, antidiarreico e antisséptico (BRUNETON, 1991; ASHOK e UPADHYAYA, 2012).

Figura 7. Interação química entre taninos e moléculas de proteínas.



Fonte: adaptado Molino et al. (2020)

Carvalho et al. (2018) trabalhando com os taninos da espécie *Cochlospermum regium*, extrato popularmente usado para tratar doenças infecciosas, constataram que o tanino associado com frações de acetato de etila são capazes de inibir a catalase de bactérias como *S. aureus* e *P. aeruginosa*. Além disto, também apresentaram afeitos inibitórios no desenvolvimento de variedades de fungos do gênero *Candida*.

Wafa et al. (2016) buscando avaliar a atividades antioxidantes e antimicrobianas de flavonóides e taninos extraído de *Phlomis bovei* De Noé com diferentes tipos de fungos e bactérias, concluíram que as substâncias tânicas destas espécies apresentaram efeitos significativos frente aos patógenos e ressaltaram que a extração seletiva de moléculas bioativas de fontes naturais pode fornecer produtos com alta atividade biológica que poderiam ser utilizados como alternativa à molécula sintética.

Araújo et al. (2017) propuseram investigar a atividade antibacteriana, a citotoxicidade e a genotoxicidade de frações de taninos do extrato etanólico bruto da casca do caule de *Anacardium occidentale* L. e de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan e comprovaram que ambas as espécies apresentaram efeito inibitório sobre bactérias cariogênicas, entretanto apenas a *A. occidentale* apresentou efeito bactericida. Ademais, nos testes realizados *in vivo* averiguaram que os taninos não exerceram efeitos tóxicos na membrana celular, efeito oxidante/antioxidante e danos cromossômicos estruturais (clastogênicos) ou numéricos (aneugênicos).

Apesar das propriedades antimicrobianas dos taninos serem bem conhecidas e documentadas, faz-se importante a busca por novas espécies vegetais que exerçam o mesmo efeito, agregando valor as mesmas e aumentando a disponibilidade de novas substâncias para o mercado farmacêutico.

3.6 Propriedades antioxidantes dos taninos

A reação de oxirredução é um processo natural e importante para atividades fisiológicas; ocorrem em diferentes tipos de materiais, como o ferro, mas também em animais, vegetais, alimentos e dentre outros. O desequilíbrio desta reação pode gerar o excesso de radicais livres, oxidando proteínas, lipídios e DNA (BIRBEN et al., 2012). Os estresses oxidativos são capazes de desencadear o envelhecimento precoce, doenças cardiovasculares, câncer, Alzheimer, problemas neurológicos e no pulmão, diabetes, assim como degradação dealimentos (Peroxidação lipídica) e redução na produção de leite em fazendas leiteiras (LYRAS et al., 1997; RABÊLO et al., 2010; BIRBEN et al., 2012; ABUELO, et al. 2014).

Os radicais livres são moléculas instáveis que não possuem o par de elétrons na última camada eletrônica, altamente reativas. De acordo com Ferreira (2018), sua formação se deve a interação de moléculas compostas por oxigênio; no corpo humano reações fisiológicas que ocorrem em aerobiose, a exemplo da respiração celular, na mitocôndria são as grandes responsáveis pela formação dos radicais livres. Poluição do ar, exercícios físicos, radiação solar, medicamentos e drogas em excesso são fatores que podem favorecer o surgimento destas moléculas (BARBOSA et al., 2010; BIRBEN et al., 2012).

Devido a estas problemáticas associadas aos radicais livres, o uso de antioxidantes é bastante comum, seja na formulação de produtos estéticos, alimentos e medicamentos. De modo geral, são definidos como ativos que auxiliam na neutralização dos radicais livres evitando e/ou minimizando os ataques a células biológicas. Estes são classificados em enzimáticos e não enzimáticos.

O BHT (2,6-ditertbutil-4-hidroxitolueno) atualmente é um dos antioxidantes sintéticos mais utilizados em escala industrial, principalmente nas indústrias de cosméticos (ANDRADE et al., 2012). Entretanto, o uso destes produtos está demonstrando ser tóxico aos seres humanos, podendo desencadear mutações celulares propiciando o desenvolvimento de carcinomas (FERREIRA, 2018) o que tem incentivado a proibição de aplicação em alguns países (TENORE et al., 2011; ANDRADE et al., 2012). Associados a isso, a busca por antioxidantes menos nocivos aos seres humanos, como os de origem natural, se tornam cada vez mais frequentes, podendo os compostos fenólicos, em especial os taninos, ser alternativa viável visto a sua abundância na natureza.

Os taninos são considerados produtos naturais com alto potencial antioxidante, isso se deve ao fato de os compostos fenólicos perderem facilmente um átomo de hidrogênio do grupo hidroxila no processo de transferência de um elétron e de um próton, reagindo rapidamente com os radicais livres. Estas substâncias são capazes de gerar impacto direto nas estruturas celulares, a modulação de enzimas pró-antioxidantes, assim como na eliminação de radicais hidroxila, superóxido e peroxila, ocasionando o equilíbrio redox celular (PANZELLA; NAPOLITANO, 2017; TUYEN et al. 2017).

Uma das metodologias *in vitro* adotadas para determinação da atividade antioxidante dos taninos é a DPPH (radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil), por ser indicada para avaliar o potencial de compostos fenólicos, além de ser uma técnica simples, com resultado rápido e de baixo custo (TIVERON, 2010). O DPPH é um radical nitrogênio orgânico estável com coloração violeta, onde os taninos ao reagirem com esta molécula, reduzem o número de OH, mudando para coloração amarelada e formando as ortoquinonas correspondentes

(PAZINATTO, 2008). Este método foi utilizado por Araújo et al. (2020) e Miranda et al. (2016) onde foi constatado o potencial antioxidante dos taninos extraídos das cascas das espécies *Myrcia eximia* DC e *Eucalyptus sideroxylon*, respectivamente.

Entretanto, ainda existe a escassez de pesquisas que avaliam efetivamente a aplicação dos taninos para este fim, havendo a necessidade de novos estudos para consolidar sua utilização, assim como indicar o uso de novas espécies para extração das substâncias tânicas visando sua utilização como agentes reguladores dos radicais livres.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os compostos fenólicos, em destaque os taninos, se encontram em abundância na natureza, o tornando produto sustentável e renovável, com alto potencial reativo, podendo ser aplicado em diversos seguimentos industriais, como alimentos, farmacêutico e cosmético. Devido suas características bioativas, surgem como alternativa para o tratamento de diversas doenças, causadas em especial por microrganismos patogênicos e como substitutos aos antioxidantes sintéticos utilizados atualmente nas indústrias com elevada toxicidade. Diante destes problemas, as substâncias tânicas apresentam-se como opção para aplicação na formulação de produtos antioxidantes e antimicrobianos, sendo necessário o incentivo a pesquisas que possam indicar quais as espécies com maior potencial para determinadas aplicações. Além disso, agregar valor as espécies arbóreas desconhecidas, favorecendo o incentivo de plantios e gerando renda para população.

5. REFERÊNCIAS

- ABUELO, A. et al. The importance of the oxidative status of dairy cattle in the periparturient period: revisiting antioxidant supplementation. **Journal Of Animal Physiology And Animal Nutrition**, v. 99, n. 6, p. 1003-1016, 2014.
- AGOSTINI-COSTA, T. S. et al. Teores de ácido anacárdico em pedúnculos de cajueiros *Anacardium microcarpum* e em oito clones de *Anacardium occidentale* var. nanum disponíveis no Nordeste do Brasil. **Ciência Rural**, v.34, n.4, 2004.
- AGRA, M. D. F. et al. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 3, p. 472–508, 2008.
- AKTER, Saleha et al. Antioxidant Rich Extracts of Terminalia ferdinandiana Inhibit the Growth of Foodborne Bacteria. **Foods**, v. 8, n. 8, p. 281, 2019.
- ANDRADE, M. A. et al. Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidante e antibacteriana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 399-408, 2012.
- ARAUJO, E. S. et al. Characterisation and valorisation of the bark of *Myrcia eximia* DC. trees from the Amazon rainforest as a source of phenolic compounds. **Holzforschung**, v. 74, n. 10, p. 989-998, 2020.
- ARAUJO, E. S. et al. 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 Production**, v. 280, p. 124324, 2021.
- ARAUJO, J. S. C., et al. V. Antibacterial activity against cariogenic bacteria and cytotoxic and genotoxic potential of *Anacardium occidentale* L. and *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan extracts. **Archives of oral Biology**, v. 85, p. 113-119, 2018.
- ASHOK, P.K.; UPADHYAYA, K. Tannins are astringent. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 1, n.3, p. 45, 2012.
- AZEVEDO NETO, E. N. Potencial alelopático de leucena e de sabiá na germinação, na emergência e no crescimento inicial do sorgo. Patos, PB: Monografia (Graduação em Engenharia Florestal / Área de Concentração – Recursos Naturais) – UFCG / CSTR. 29f. 2010.
- AZEVEDO, T. K. B. et al. Qualidade dos taninos de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) para a produção de adesivo tanino formaldeído, **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n.2, p. 507 – 514, 2015.
- AZEVÊDO, T. K. B. et al. Substâncias tânicas presentes em partes da árvore Sabiá (*Mimosa Caesalpiniiifolia* Benth.) em plantio comercial de 5 Anos. **Revista Agroecossistemas**, v. 9, n. 2, p. 263-274, 2017.
- AZEVEDO, T. K. B. et al. Teor de Taninos Condensados Presente na Casca de Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora*) em Função das Fenofases. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p.1-7, 2017.
- BARBOSA, K. B. F. et al. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Brazilian Journal of Nutrition**, v. 23, n. 4, p. 629-643, 2010.

BASSO, M.C. *et al.* Tannin-furanic-polyurethane foams for industrial continuous plant lines. **Polymers**, v. 6, p. 2985–3004, 2014.

BATE-SMITH, E. C.; SWAIN, T. **Comparative Biochemistry**. New York, 1962. Academic Press.

BELLO, A. *et al.* Aminomethylation of spruce tannins and their application as coagulants for water clarification. **Separation And Purification Technology**, v. 242, p. 116765, 2020.

BENVIDO, S. F.; PALMEIRA, J. D.; SOUZA, J. H.; *et al.* 2010. Avaliação da atividade antibacteriana in vitro do extrato hidroalcolólico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville sobre isolados ambulatoriais de *Staphylococcus aureus*. **Revista Brasileira de Análise Clínica** 42: 27-31.

BIRBEN, E. *et al.* Oxidative Stress and Antioxidant Defense. **World Allergy Organization Journal**, v. 5, n. 1, p. 9-19, 2012.

BOLAND, D.J.; BROOKER, M.I.H.; CHIPPENDALE, G.M.; *et al.* Forest trees of Australia. Melbourne: Nelson-CSIRO. 1984

BRUNETON, J. **Elementos de Fitoquímica y de Farmacognosia**, Ed. Acribia, SA: Espanha, 1991.

BRUNING, M. C. R.; MOSEGUI, G. B. G.; VIANNA, C. M. M. A utilização da fitoterapia e de plantas medicinais em unidades básicas de saúde nos municípios de Cascavel e Foz do Iguaçu – Paraná: a visão dos profissionais de saúde. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 10, n. 17, p.2675-2685, jan. 2012.

BUNN, S.E. Processing of leaf litter in 2 northern jarrah forest streams, Western-Australia.2. The role of macroinvertebrates and the influence of soluble polyphenols and inorganic sediment. **Hydrobiologia**, v.162, n.3, p.211-223, 1988.

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

CALIXTO, J. B. Efficacy, safety, quality control, marketing and regulatory guidelines for herbal medicines (phytotherapeutical agents). **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 33, n. 2, p. 179–189, 2000.

CALLOU, M. J. A. *et al.* Avaliação da atividade antimicrobiana da casca de *Mimosa caesalpinifolia* Benth (Sabiá). **Scientia Plena**, Sergipe, v. 1, n. 8, p.2-7, jan. 2012.

CARVALHO, R.S *et al.* Antibacterial and antifungal activities of phenolic compound-enriched ethyl acetate fraction from *Cochlospermum regium* (mart. Et. Schr.) Pilger roots: Mechanisms of action and synergism with tannin and gallic acid. **South African Journal Of Botany**, v. 114, p.181-187, 2018.

CROFT, K.D. The chemistry and biological effects of flavonoids and phenolic acids. **Annals of the New York**, v.854, p.435-442, 1998.

DREWES, S.E.; ROUX, D.G. Condensed tannins. 15. Interrelationships of flavonoid components in wattle-bark extract. **Biochemical Journal**, v. 87, p. 167–172, 1963.

FARMACOPEIA BRASILEIRA. Formulário de fitoterápicos, 1ª Ed., ANVISA. 2011. 119p.

FIGUEIRÔA, J. M. *et al.* **Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial.** Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. 327p.

FRAGA-CORRAL, M. *et al.* Technological Application of Tannin-Based Extracts. **Molecules**, v. 25, n. 3, p. 614-1, 30 jan. 2020.

GIOVANDO, S. *et al.* Structure and oligomers distribution of commercial Tara (*Caesalpinia spinosa*) hydrolysable tannin. **ProLigno** 2013, 9, 22–31.

GONÇALVES, A.L; ALVES FILHO, A.; MENEZES, H. Estudo Comparativo da Atividade Antimicrobiana de Extratos de Algumas Árvores Nativas. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.72, n.3, p.353-358, 2005.

GRIFFIN, A. R *et al.* Global uses of *Australian acacias* - recent trends and future prospects. **Diversity And Distributions**, v. 17, n. 5, p. 837-847, 2011.

GUANGCHENG, Z.; YUNLU, L.; YAZAKI, Y. Extractive yields, Stiasny values and polyflavonoid content in barks from six acacia species in Australia. **Australian Forestry**, v. 54, p. 154-156 , 1991.

HASENACK, B. S. Atividade Antibacteriana do Extrato Barbatimão sobre Cepas de *Staphylococcus Aureus* Isoladas de Secreções de Feridas Crônicas de Pacientes Ambulatoriais. **Unopar Cient., Ciênc. Biol. Saúde**, Londrina, v. 10, n. 1, p.13-18, abr. 2008.

HASLAM, E. **Chemistry of vegetable tannins**. London: Academic Press, 170 p., 1966.

HELDT, H. **Plant Biochemistry and Molecular Biology**, University Press: Oxford, 1997.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da extração vegetal e da silvicultura. 2017. p. 55. 31v. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/74/pevs_2016_v31.pdf. Acesso em 18 set. 2019.

KIN SALIN, V.A. *et al.* Antimicrobial activity of methanol extracts of some traditional medicinal plants from tamil Nadu, India. **Asian Journal Of Pharmaceutical And Clinical Research**, Si, v. 7, n. 2, p. 38-42, 2014.

KRIFA, M. *et al.* *Limoniastrum guyonianum* aqueous gall extract induces apoptosis in colorectal cancer cells by inhibiting calpain activity. **Tumor Biology**, v.35, p. 7877–7885, 2014.

KUTCHAN, T. M. Natural Products. In: BUCHANAN, B. B. *et al.* **Biochemistry & Molecular Biology of Plants**. 2. Ed. Nova Jersey (EUA): Wiley-Blackwell, 2015.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: RiMa, 2000. 531p.

LYRAS, L. *et al.* An assessment of oxidative damage to proteins, lipids, and DNA in brain from patients with Alzheimer’s disease. **Journal of Neurochemistry**, v. 68, p. 2061–2069, 1997.

LORENZI, H. (2002). Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 179p.

LOUREIRO, R. J. *et al.* O uso de antibióticos e as resistências bacterianas: breves notas sobre a sua evolução. **Rev Port Saúde Pública** 2016;34(1):77-84. doi: 10.1016/j.rpsp.2015.11.003

- MAIA, G.N. Caatinga - árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo: D&Z, 2004.
- MANDAL, S. *et al.* Analysis of phytochemical profile of *Terminalia arjuna* bark extract with antioxidative and antimicrobial properties. **Asian Pacific Journal Of Tropical Biomedicine**, v. 3, n. 12, p. 960-966, 2013.
- 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; 3^a ed., 2001.
- MIRANDA, I. *et al.* The bark of *Eucalyptus sideroxylon* as a source of phenolic extracts with anti-oxidant properties. **Industrial Crops And Products**, v. 82, p. 81-87, 2016.
- MONTEIRO, J. M. ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v. 28, n. 5, p. 892, 2005.
- 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.
- NAIMA, R. *et al.* Comparison of the impact of different extraction methods on polyphenols yields and tannins extracted from Moroccan *Acacia mollissima* barks. **Industrial Crops And Products**, v. 70, p. 245-252, 2015.
- NEGRI, M. *et al.* Early State Research on Antifungal Natural Products. *Molecules*, [s.l.], v. 19, n. 3, p.2925-2956, 7 mar. 2014.
- OLIVEIRA, C. J.; DOMINGUES, R.; GRANADA, R. L.; et al. Ação antibacteriana in vitro de extratos vegetais de plantas do Bioma Pampa. In: **VI SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA PECUÁRIA SUL**, 6., 2016, Bagé Rs. **VI Simpósio de Iniciação Científica da Embrapa Pecuária Sul - RESUMOS**. Bagé Rs: Embrapa Pecuária Sul, 2016. p. 36 - 36
- OLIVOTO, T. *et al.* Plant secondary metabolites and its dynamical systems of induction in response to environmental factors : A review. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 2, p. 71–84, 2017.
- PADILHA, I Q. M et al. Antimicrobial activity of *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. from Northeast Brazil against clinical isolates of *Staphylococcus aureus*. **Brazilian Journal Of Pharmacognosy**, v. 1, n. 20, p.45-47, 2010.
- PAES, J. B., *et al.* Avaliação do potencial tanífero de seis espécies florestais de ocorrência no semi-árido brasileiro. **Cerne**, v. 12, n. 3, p. 232-238, 2006.
- PAZINATTO, C. Avaliação in vitro da capacidade antioxidante de grãos de amaranto (*Amaranthus cruentus*). 2008. 80 p. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- PANSHIN, A.J. *et al.* **Forest products: their sources, production, and utilization**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 538 p., 1962.
- PASCH, H.; PIZZI, A. On the macromolecular structure of chestnut ellagitannins by MALDI-TOF mass spectrometry. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 85, p. 429–437, 2002.
- PANZELLA, L.; NAPOLITANO, A. Natural Phenol Polymers: Recent Advances in Food and Health Applications. **Antioxidants**, v. 6, p. E30, 2017.

- PIZZI, A. Tannins: prospectives and actual industrial applications. **Biomolecules**, v. 9, n. 8, p. 344, 2019.
- PIZZI, A. **Wood adhesives: chemistry and technology**. New York: M. Dekker, 1983. v. 1, 364 p.
- PRANCE, G. T.; PRANCE, A. E. **Bark: The Formation, Characteristics and Uses of Bark Around the World**. Portland, Oregon, Timber Press. 1993, 174 pp.
- PRINCE, M.L.; BUTLER, L.G. **Tannins and nutrition**. West Lafayette, Indiana, 1980. 37p. (Indi Report, 272).
- RADEBE, N. *et al.* MALDI-TOF-CID for the Microstructure Elucidation of Polymeric Hydrolysable Tannins. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 128, p. 97–107, 2013.
- RAVEN, P. H. **Biologia Vegetal**. 8. ed. [S.I]: Guanabara Koogan, 2014. 876 p.
- RABÊLO, L. A. *et al.* Desbalanço redox: nadph oxidase como um alvo terapêutico no manejo cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 94, n. 5, p. 684-693, 2010.
- RESENDE, M. D. V de. *et al.* Estudos da variação genética e métodos de seleção em testes de progênies de *Acacia mearnsii* no Rio Grande do Sul. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 22/23, p. 45-59, jan./dez. 1991.
- RICCI, A. *et al.* Quality assessment of food grade plant extracts using MALDI-TOF-MS, ICP-MS and spectrophotometric methods. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 59, p. 95–104, 2017.
- ROUX, D.G.; PAULUS, E. Condensed tannins. 8. The isolation and distribution of interrelated heartwood components of *Schinopsis* spp. **Biochemical Journal**, v. 78, p. 785–789, 1961.
- SHAHIDI, F.; JANITHA. P. K; WANASUNDARA, P. D. Phenolic antioxidants. Crit. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 32, n. 1, p. 67-103, 1992.
- SILVA, J. G. *et al.* Atividade antimicrobiana do extrato de *Anacardium occidentale* Linn. em amostras multiresistentes de *Staphylococcus aureus*. **Brazilian Journal Of Pharmacognosy**, Curitiba-pr, v. 4, n. 17, p.572-577, dez. 2007.
- SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.
- THOMAZI, G.O.C.; BERTOLIN, A.O.; PINTO, M.D.S. Atividade antibacteriana in vitro do barbatimão e da mangabeira contra bactérias relacionadas às infecções do trato urinário. Anais do I Seminário Internacional de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. UFAM. Manaus. 2010
- TIVERON, A.P. Atividade antioxidante e composição fenólica de legumes e verduras consumidos no Brasil. 2010. 103 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 2010.
- TONIETTO, L.; STEIN, P. P. Silvicultura da acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Brasil. **Florestar Estatístico**. V.4, n. 12, p. 11-16, 1997

TUYEN, P. *et al.* Phenolic Compositions and Antioxidant Properties in Bark, Flower, Inner Skin, Kernel and Leaf Extracts of *Castanea crenata* Sieb. et Zucc. **Antioxidants** v. 6, p. 31, 2017.

TRUGILHO, P.F., *et al.* Avaliação do conteúdo em taninos condensados de algumas espécies típicas do cerrado mineiro. **Cerne**, v.3, n.1, p.1-13, 1997.

WAFI, N.; SOFIANE, G.; MOUHAMED, K. The antioxidant and antimicrobial activities of flavonoids and tannins extracted from *Phlomis bovei* De Noé. **European Journal Of Experimental Biology**, v. 3, n. 6, p.55-61, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Antimicrobial resistance. Fev. 2018. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs194/en/>. Acesso em: 08/01/2020

YUNES, R. A.; PEDROSA, R. C.; FILHO, V. C. Fármacos e fitoterápicos: a necessidade do desenvolvimento da indústria de fitoterápicos e fitofármacos no Brasil. **Química. Nova**, v. 24, n. 1, p. 147–152, 2001.

ZHAO, H. *et al.* Comprehensive dissection of primary metabolites in response to diverse abiotic stress in barley at seedling stage. **Plant Physiology And Biochemistry**, v. 161, p. 54-64, 2021.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1: Uso dos extratos tânicos das cascas de plantas para o tratamento de doenças causadas por microrganismos patogênicos

Ucella Filho, J. G. M^{1*}; Freire, A. S. M.²; Carréra, J. C³; Mori, F. A.¹

¹ Universidade Federal de Lavras - UFLA, Departamento de Ciências Florestais, 37200-900, Lavras, MG, Brasil.* 16joaoucella@gmail.com

² Universidade Federal do Paraná - UFPR, Centro de Ciências Florestais e da Madeira, 80.210-170 Jardim Botânico, Curitiba-PR.

³ Universidade Federal de Lavras – UFLA, Departamento de Biologia, 37200-900, Lavras, MG, Brasil.

RESUMO

O uso de plantas medicinais para o tratamento de doenças é uma prática milenar e que se perpetua até os dias atuais, servindo também como base para o desenvolvimento de novos medicamentos na área farmacológica. Entre as partes mais utilizadas para este fim se destacam as cascas das plantas, por ser região rica em compostos bioativos, como os taninos. As substâncias tânicas apresentam características que lhes conferem diversas aplicabilidades terapêuticas. Entretanto, apesar da importância da medicina popular, em especial o uso dos extratos tânicos das cascas como fitofármacos, existe a escassez de estudos que indicam como estão os desenvolvimentos de pesquisas que verificam suas atividades antimicrobianas e indiquem os países, autores e instituição mais influentes e a rede de conexão entre eles. Desse modo, este trabalho teve por objetivo realizar uma revisão bibliométrica e estado da arte dos estudos com extratos tânicos das cascas de plantas como antimicrobianos, visando identificar as lacunas e os avanços deste nicho. O Scopus foi o banco de dados utilizado para extrair informações cadastrais e específicas sobre os artigos desta temática. Ao todo, foram contabilizados 320 documentos publicados desde o ano de 1963, sendo a Nigéria o país mais influente. A African Journal of Biotechnology se destaca como o periódico com o maior número de obras. Além disso, foi identificado a falta de conexão e troca de informações entre os autores e instituição mais importantes. A família e espécie de vegetais mais estudados foram a Fabaceae e *Terminalia arjuna*, respectivamente. Enquanto para os microrganismos patogênicos destacaram-se a bactéria *Escherichia coli*, o fungo *Candida albicans* e o vírus HIV. Desse modo, foi possível concluir a necessidade de trocas de informações entre os autores e centros de pesquisas mais influentes, visando o avanço da ciência com o uso dos extratos tânicos, assim como o incentivo a pesquisas com novas espécies que possam servir de subsídios para a área farmacológica.

Palavras-chave: Revisão bibliométrica, etnofarmacologia, polifenóis, taninos condensados.

Use of tannin extracts from the bark of plants for the treatment of diseases caused by pathogenic microorganisms

ABSTRACT

The use of medicinal plants for the treatment of diseases is an ancient practice that has been perpetuated over the years, also serving as a basis for the development of new drugs in the pharmacological area. Among the parts most used for this purpose is the bark of the plants, as it is rich in bioactive compounds, such as tannins. Tannic compounds have characteristics that give them various therapeutic applications. However, despite the importance of popular medicine, especially the use of tannic bark extracts as phytopharmaceuticals, there is a lack of studies that indicate the development of researches that verify their antimicrobial activities and indicate the most influential countries, authors, and institutions and the connection network between them. Thus, this work aimed to perform a bibliometric review and state of the art of studies with tannic extracts of plant barks as antimicrobial agents, to identify the gaps and advances in this field. Scopus was the database used to extract registration and specific information about the articles on this theme. In all, 320 documents published since 1963 were counted, being Nigeria the most influential country. The African Journal of Biotechnology is described as the journal with the largest number of works. Furthermore, the lack of connection and exchange of information among the most important authors and institutions was identified. The most studied plant family and species were Fabaceae and *Terminalia arjuna*, respectively. While for the pathogenic microorganisms the bacteria *Escherichia coli*, the fungus *Candida albicans*, and the HIV virus was detected. Thus, it was possible to conclude the need for exchange of information between the authors and more influential research centers, aiming at the advancement of science with the use of tannic extracts, as well as the encouragement of research with new species that may serve as subsidies to the pharmacological area.

Keywords: Bibliometric review, ethnopharmacology, polyphenols, condensed tannins.

1. INTRODUÇÃO

Plantas são organismos sésseis e, portanto, alterações em seu metabolismo são requeridas para a ativação de mecanismos de aclimação à diferentes condições ambientais (SAMPAIO; EDRADA-EBEL; DA COSTA, 2016; ZANDALINAS et al., 2017). Alguns desses mecanismos incluem a síntese de metabólitos secundários, que também podem ser conhecidos como produtos naturais (KUTCHAN et al., 2015). Os principais grupos de metabólitos secundários são os compostos fenólicos, alcalóides e os terpenóides (TIAGO et al., 2017).

Com função diversificada, esses compostos são ainda associados a propriedades farmacológicas, sendo eles princípio ativo de muitas espécies de plantas medicinais (LI et al., 2020; SONI; BRAR; GAUTTAM, 2015). Diferentes partes das plantas possuem a habilidade de produzir os metabólitos secundários, desta forma, eles podem ser encontrados em estruturas reprodutivas e vegetativas (YANG et al., 2020), sobretudo em tecidos ou conjuntos de tecidos específicos em que são requeridos para a proteção, como as cascas (MOTA et al., 2017; ROSELL, 2019). A casca é caracterizada por suas estruturas morfológica e anatomicamente complexas e pouco conhecidas, que estão associadas principalmente a sobrevivência dos vegetais, apresentando-se de formas diferentes a depender das espécies e condições climáticas dos ambientes que as plantas se encontram inseridas (PAINE et al., 2010; ROSELL, 2019).

Além disso, possui considerável apelo econômico e social, sendo utilizada como fontes medicinais devido suas propriedades terapêuticas que, indicam seu uso como: antioxidante (ARAUJO et al., 2020), antidiarreicos (CAVALCANTI et al., 2018), antitumoral (SILIHE et al., 2017) anti-inflamatório (BOTTAMEDI et al., 2021) e antimicrobianos (BRUSOTTI et al., 2011; ONIVOGUI et al., 2015; SUNDARYONO et al., 2019). Estas características estão associadas principalmente a sua composição química heterogênea, composta por flavonoides, saponinas, suberina, alcaloides, ácidos gálicos e, principalmente, os taninos (CRISTO et al., 2016; MIRANDA et al., 2016; ROSELL, 2019).

Os taninos, pertencentes ao grupo dos metabólitos secundários, são substâncias bioativas que desempenham funções importantes para a sobrevivência da planta, principalmente à herbivoria, devido seu gosto adstringente, sendo classificados quimicamente em hidrolisáveis e condensados (FRAGA-CORRAL et al., 2020). Já é relatado na literatura que essas substâncias possuem potencial em auxiliar no tratamento de diversas enfermidades causadas em seres vivos, a exemplo das desenvolvidas por microrganismos patogênicos, como bactérias, fungos e vírus (LIU et al., 2013; PIZZI, 2019).

Entretanto, embora o uso dos extratos tânicos das cascas de plantas seja importante para a sociedade há muitos anos, existe a escassez de trabalhos que buscam informar como estão as lacunas e os avanços nos estudos deste nicho, de modo que possam servir como suporte para os pesquisadores desta área nas suas tomadas de decisões para o desenvolvimento de novos trabalhos e contribuir para evolução dos estudos. No Brasil, por exemplo, os taninos e extratos tânicos estão entre os principais produtos florestais não madeireiros exportados (BRASIL, 2018) e, mesmo com a vasta diversidade de flora do país, ainda são poucos os estudos sobre eles.

Uma das alternativas que podem auxiliar na solução desta problemática são as pesquisas bibliométricas. A revisão bibliométrica consiste na aplicação de ferramentas quantitativas para estudar os avanços da ciência e indicar regiões, autores, periódicos, instituição de ensino mais influentes e entre outros parâmetros sobre determinado tema (KAFFASH; NGUYEN; ZHU, 2021; SILVA et al., 2020). Esta análise é realizada a partir do agrupamento de palavras-chave sobre eixo temático específico gerando um banco de dados, possibilitando também o desenvolvimento de pesquisa sobre o estado da arte.

Diante o exposto, este trabalho teve por objetivo realizar uma revisão bibliométrica e estado da arte dos estudos com extratos tânicos das cascas de plantas como antimicrobianos, visando facilitar a divulgação dos avanços nesta temática e dar suporte de informação para as pesquisas futuras. Sendo os objetivos específicos: i) avaliar o crescimento de publicações ao decorrer dos anos; ii) identificar os autores e periódicos de maior relevância na área; e iii) indicar as espécies de plantas e microrganismos patogênicos mais investigados.

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da revisão bibliométrica sobre o uso dos extratos tânicos das cascas de espécies vegetais como antimicrobianos, foi realizada análise das publicações associadas ao tema utilizando o banco de dados Scopus, metodologia também adotada por (SWEILEH, 2021). O Scopus, lançado pelo Relx Group, é um dos maiores bancos de dados internacional e multidisciplinar de publicações científicas revisadas por pares, conteúdo aproximadamente mais de 53 milhões de referências publicados em mais de 21 mil periódicos, sendo indicado para pesquisas bibliométricas (SÁNCHEZ; DE LA CRUZ DEL RÍO RAMA; GARCÍA, 2017; SWEILEH, 2018) Além disso, este portal de divulgação científica possui o dobro de periódicos indexados quando comparado com o Web of Science e todos inseridos no PUBMED (FALAGAS et al., 2008).

Com o intuito de obter o maior retorno de documentos e, conseqüentemente, um banco de informações completo, foram utilizadas palavras relacionadas a temática em estudo que estivessem presentes nos títulos, resumos e/ou palavras-chave das publicações. Portanto, a sequência de buscas foi conduzida da seguinte forma: (TITLE-ABS-KEY (taninos OR tanino OR "extratos tânicos" OR "extrato tanante" OR "tannic extracts" OR tannin OR tannins OR tannants OR tanantes OR extrativos OR extractive) AND TITLE-ABS-KEY (antimicrobiano OR antibacteriano OR antimicrobial OR antibacterial OR antifungal OR antifungico OR anti-microbial OR anti-bacterial OR anti-fungal OR antiviral OR anti-viral) AND TITLE-ABS-KEY (bark)). O levantamento foi realizado no ano de 2020, em decorrência disso foi aplicada a restrição adicional de ano de publicação, sendo coletados apenas os artigos publicados até o final do ano de 2019.

Ao fim do levantamento de dados, os documentos identificados foram acessados pelos portais de indexação, sendo inseridos na presente pesquisa apenas os que passaram pelos seguintes critérios de seleção: a) Artigos de pesquisa (não sendo inclusos artigos de revisão); b) Estudos com extrativos das cascas de plantas; c) Identificação da presença dos taninos na composição dos extratos; e d) Avaliação da atividade antimicrobiana dos extratos das cascas de plantas. Após a triagem, foi realizado o download dos dados dos artigos selecionados exportando as informações geradas pelo Scopus em arquivo com formato CSV *Excel*.

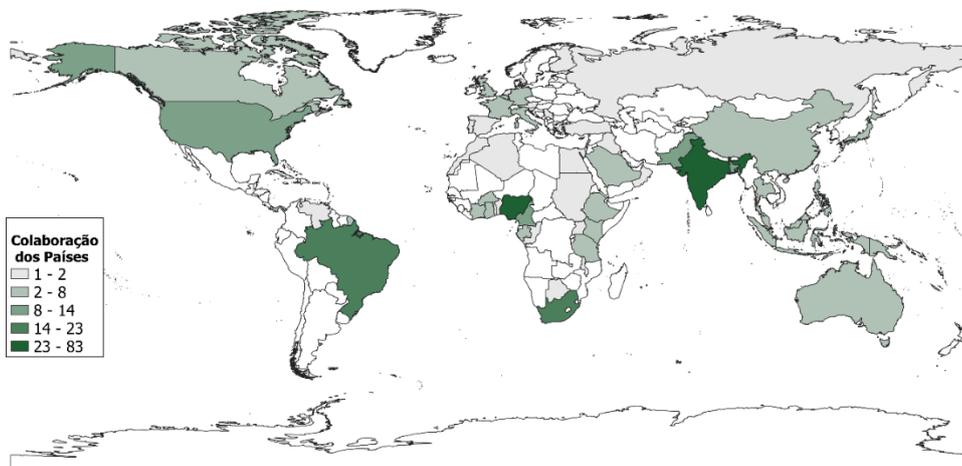
Para as análises bibliométricas, foram coletadas as seguintes informações: i) nacionalidade dos autores; ii) identificação dos autores e instituição de afiliação; iv) agências financiadoras de pesquisas; v) área de concentração que o trabalho foi indexado; vi) ano de publicação; e vii) títulos dos periódicos. Enquanto para a realização do estado da arte do tema em estudo, foram identificados: i) família e nome científico das espécies vegetais; ii) microrganismos patogênicos (vírus, fungos e bactérias); iii) solventes extratores dos extrativos das cascas; e iv) método de avaliação antimicrobiana.

Os dados coletados foram tabulados no programa Microsoft Office Excel 365 Home e submetidos a análise estatística descritiva. O mapa mundial indicando as regiões que mais publicam sobre a temática em estudo foi confeccionado utilizando o *software* Qgis 3.14, enquanto os gráficos foram produzidos no software de análises estatísticas Origin® 2018, Massachusetts, EUA. A rede de interação entre os autores que mais pesquisam sobre extrativos das cascas de plantas como antimicrobianos e a de palavras-chaves presentes nos documentos e utilizadas para indexação nas plataformas de divulgação científica, foram desenvolvidos no programa indicado para análises bibliométricas VOSviewer versão 1.6.15.

3. RESULTADOS

Na busca preliminar realizada no banco de dados de artigos científicos foram quantificados 667 documentos, destes, 48% passaram pela triagem realizada utilizando os critérios de seleção, sendo incluídos nesta pesquisa 320 obras, enquanto os 52% restantes estavam divididos em artigos de revisão e trabalhos que não se enquadravam nos parâmetros determinados na presente pesquisa. Ao todo, foram identificados 57 países que já desenvolveram pesquisas relacionadas ao tema em estudo (Figura 1). A Nigéria se apresentou como a mais influente, com total de 83 artigos, o que representa 22% do total dos documentos quantificados, seguida da Índia (76), Brasil (23), África do Sul (19), Camarões (14), Estados Unidos (14), Paquistão (13), Bangladesh (11), Papua-Nova Guiné (8) e Etiópia (7), tornando-se os 10 países que mais pesquisam sobre o uso de substâncias das cascas de vegetais como agentes antimicrobianos, representando 70% do total disponível na literatura, enquanto 30% são distribuídos entre 47 países. De modo geral, a África, Ásia e América, são as que mais se destacam em estudos realizados visando verificar a ação de agentes bioativos oriundos de vegetais para o tratamento de doenças causadas por microrganismos patogênicos.

Figura 1. Contribuição dos países em publicação de estudos.



Fonte: do autor (2021)

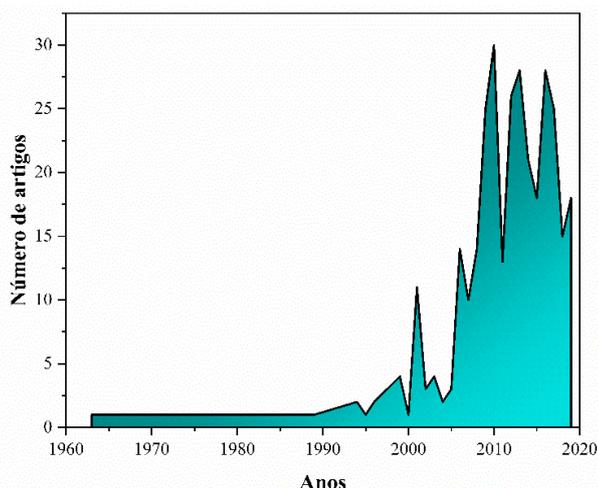
Entre as instituições que mais desenvolvem pesquisas voltadas para área fitoterápica, destacam-se a Modibbo Adama University of Technology, Yola (12 artigos) University of Fort Hare (9 artigos), University of Ibadan (9 artigos), Ahmadu Bello University (9 artigos), Université de Yaoundé I (8 artigos), Papua New Guinea University of Technology (8 artigos), sendo as quatro primeiras localizadas no continente africano, e a quinta na Oceania. Entretanto, estes resultados se diferem quando comparamos com as agências fomentadoras de pesquisas, onde estão localizadas principalmente no continente americano e Asiático, sendo as três mais

influentes pertencentes ao Brasil, intituladas: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul; Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES).

O primeiro artigo desenvolvido com o intuito de verificar o efeito dos extrativos das cascas como antimicrobianos foi publicado na década de 1960, sendo o segundo apenas duas décadas depois e, a partir de 1990, as publicações tornaram-se mais constantes e crescentes, com oscilações em alguns anos. No século XX, foram quantificados 10 artigos publicados, divididos entre 6 anos, onde 4 deles foram divulgados no ano de 1999. A partir de 2000 a 2019, foi observado um avanço no número de pesquisas sobre a temática em estudo, totalizando 310 artigos, sendo o ano de 2004 o que apresentou menor número de documentos publicados, totalizando 2 (0,6%). Os anos de 2013 e 2016 se destacaram com 56 artigos (28 cada), o que representam 17,6% do total (Figura 2).

O autor P. Rudman foi o pioneiro a divulgar pesquisas nesta temática, sendo seu artigo publicado no ano de 1963, na revista *Holzforschung*, intitulado “The Causes of Natural Durability in Timber - Part XI. Some Tests on the Fungi Toxicity of Wood Extractives and Related Compounds”. Apesar de ter sido o precursor nesta linha de pesquisa, não foi observado nenhum outro artigo publicado pelo autor com este tipo de avaliação.

Figura 2. Número de publicações por ano na temática extrativos das cascas como agentes antimicrobianos.

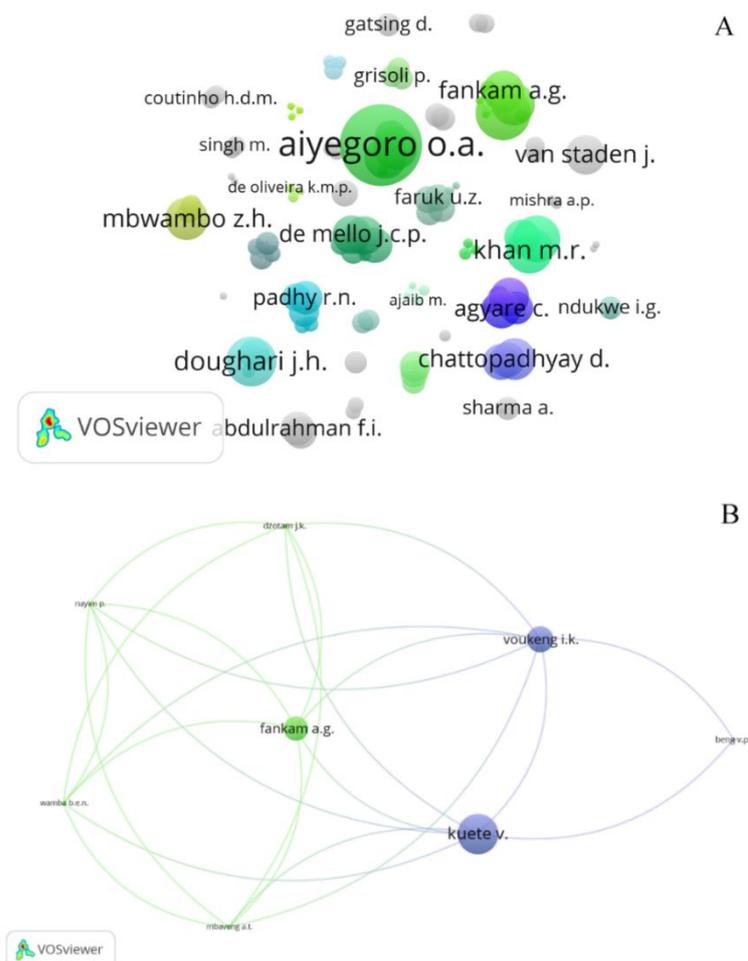


Fonte: do autor (2021)

O levantamento constatou que 1266 autores desenvolveram pesquisas voltadas para a temática em estudo, sendo deste total, 161 primeiros autores. Entre os mais influentes em número de publicações, destacam-se: Khan, M.R. e Omoloso, A.D. com 8 artigos cada,

Doughari, J.H. com 7, Aiyegoro, O.A. e Kuete, V. (6 artigos), Akinpelu, D.A., Kihara, M., Okoh, A.I. e Padhy, R.N. (5 artigos), representando 17% do total de publicações. Na figura 3A é apresentada a rede de interação entre os autores, a qual expressa o número de citações realizadas entre eles, sendo possível observar que a maior frequência de citações está relacionada à maiores áreas dos nós (círculos) e a maior frequência de cocitação à links (linhas) com maior destaque. Aiyegoro, O.A., Kuete, V., Doughari, J.H. Khan, M.R. e Omoloso, A. D., representam o maior número de citações, com 250, 127, 109, 102 e 102, respectivamente. Entretanto, foi possível constatar o baixo número de cocitações entre os autores principais, onde foi observada a ocorrência de conexões entre grupos isolados. Kuete, V. se destacou entre o grupo de oito autores com maior número de cocitações (Figura 3B).

Figura 3. Redes de interações entre os autores dos trabalhos levantados. A) Rede de interações entre os autores. B) Rede de cocitações entre os autores.



Fonte: do autor (2021)

Ao todo 144 periódicos já publicaram artigos que avaliaram a eficiência dos componentes químicos das cascas de vegetais como antimicrobianos, sendo os 10 com maior número de documentos divulgados apresentados na Tabela 1. A revista *African Journal Of Biotechnology* se destaca como a principal divulgadora de resultados nesta linha de pesquisa, com o total de 20 artigos publicados, seguida da *Journal of Ethnopharmacology* (15 artigos) e *Fitoterapia* (11 artigos). Os periódicos localizados nas 2°, 3°, 5°, 6°, 7° e 8° posições, apresentam fator de impacto (2019) de 3,6, 2,5, 1,9, 2,8, 1,2 e 0,55, respectivamente, enquanto as localizadas nas demais posições não possuem este parâmetro internacional de classificação das revistas científicas.

Tabela 1. Classificação dos periódicos.

| Posição | Título do periódico |
|----------------|--|
| 1° | African Journal Of Biotechnology |
| 2° | Journal Of Ethnopharmacology |
| 3° | Fitoterapia |
| 4° | International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences |
| 5° | Asian Pacific Journal of Tropical Disease |
| 6° | BMC Complementary and Alternative Medicine |
| 7° | Pharmaceutical Biology |
| 8° | African Journal of Traditional Complementary And Alternative Medicines |
| 9° | Pharmacologyonline |
| 10° | Journal of Medicinal Plants Research |

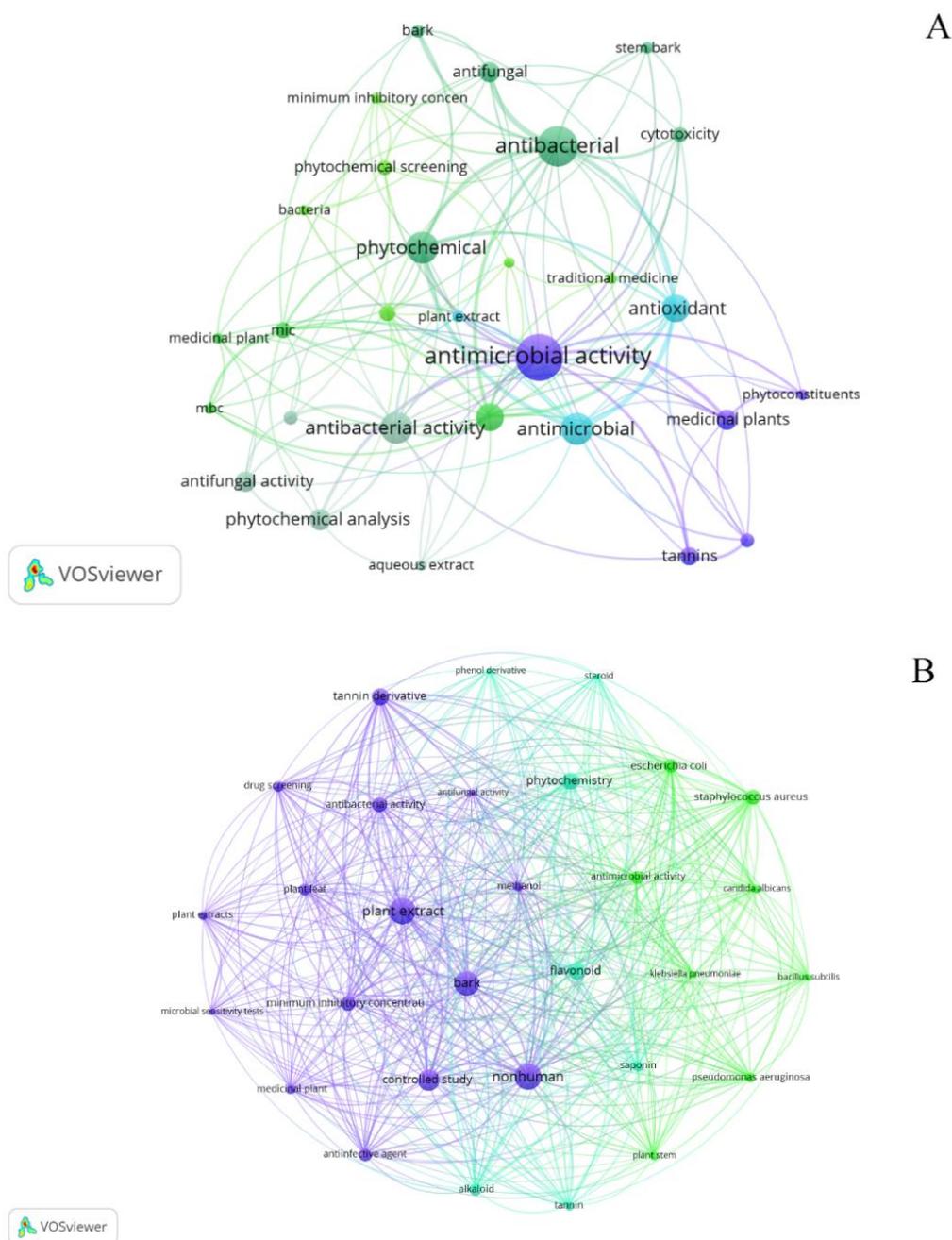
Fonte: do autor (2021)

De acordo com os dados coletados foi possível constatar que 32% dos artigos publicados estão localizados na área de concentração Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica, seguido da área da Medicina com 18%, Bioquímica, genética e biologia molecular com 17%, Ciências Agrárias e Biológicas com 11%, Imunologia e microbiologia com 7% e as demais áreas totalizando 15%.

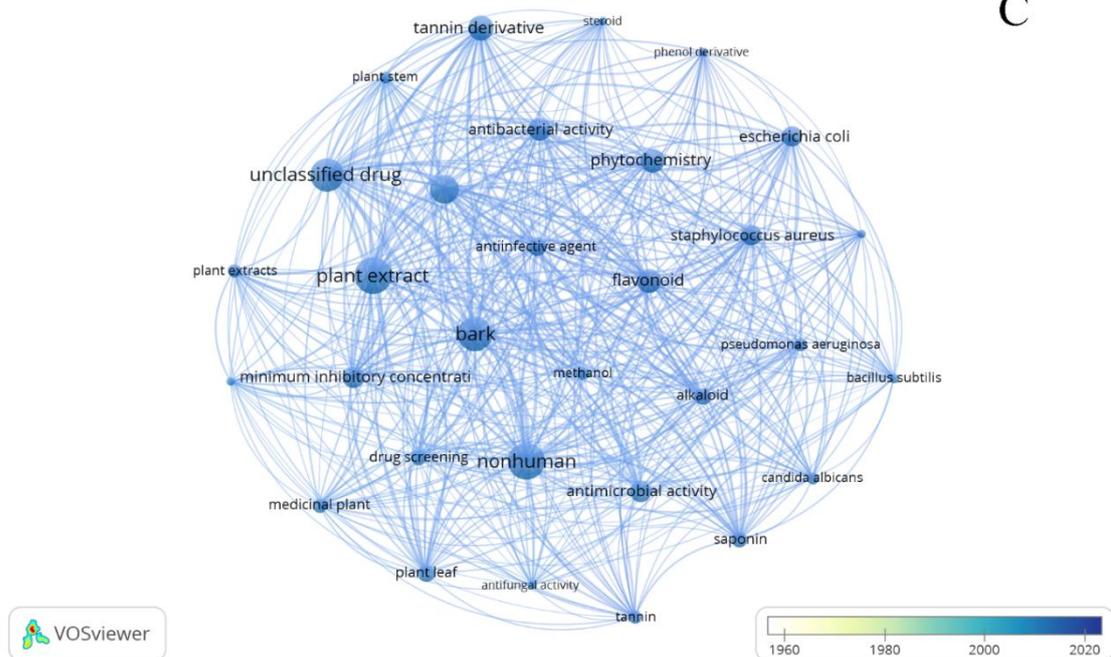
Foram quantificadas 825 palavras-chave determinadas pelos autores para os artigos, sendo 29 com ocorrência em mais de 5 documentos (Figura 4A). Para os termos utilizados na indexação das pesquisas, foram estimadas 2673 palavras, sendo 32 utilizadas em mais de 50 indexações (Figura 4B). Os termos encontrados em maior frequência nos manuscritos foram: “antimicrobial activity”, “antibacterial”, “antibacterial activity”, “antimicrobial”, “phytochemistry”, “antioxidant”, “medicinal plants”, “antifungal activity” e “tannins”, estando presentes em 57, 45, 31, 30, 24, 24, 19, 14 e 12 documentos, respectivamente. Enquanto “nonhuman”, “plant extract”, “bark”, “controlled study”, “tannin derivative”, “phytochemistry” e “flavonoid” foram os termos mais aplicados para a indexação dos artigos nas bases de

pesquisas acadêmicas, com 224, 223, 207, 177, 150, 146 e 145 menções. Ao analisar o uso das palavras-chave ao decorrer dos anos foi possível identificar correlação entre o período de maior número de publicações e os termos mais utilizadas para indexação e presentes nos artigos, estando entre os anos 2000 a 2019 (Figura 4C).

Figura 4. Redes de interações entre palavras-chave. A) Palavras-chave mais relevantes mencionadas nos artigos. B) Termos mais relevantes utilizados para indexação dos artigos. C) Aplicação dos termos ao decorrer dos anos.



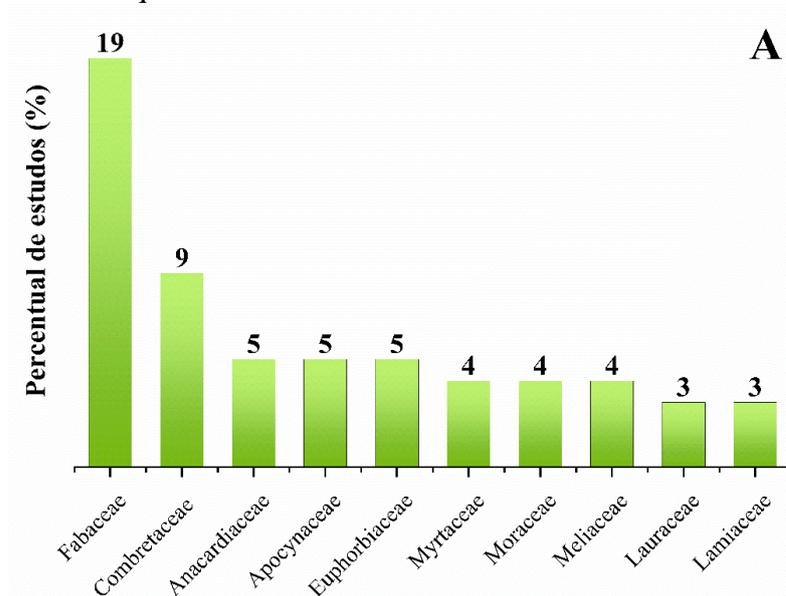
C

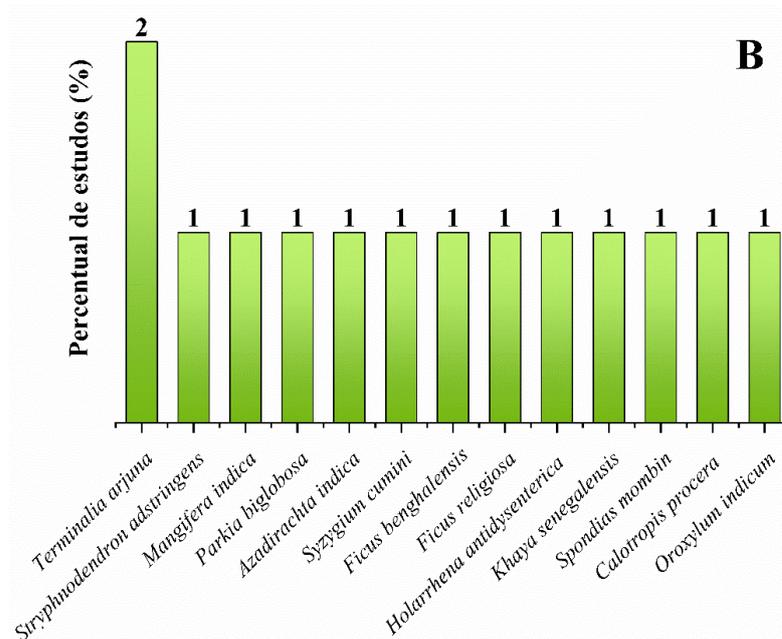


Fonte: do autor (2021)

O levantamento indicou o estudo com 311 espécies vegetais distribuídas em 82 famílias. As famílias que apareceram em maior frequência nos diferentes trabalhos foram a Fabaceae (74 artigos), Combretaceae (36 artigos), Anacardiaceae e Apocinaceae (21 artigos) e Euphorbiaceae (18 artigos) (Figura 5A). Já as espécies a *Terminalia arjuna* (Roxb.) Wight & Arn. (10 artigos), *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (6 artigos), *Mangifera indica* Linn (5 artigos) e *Parkia biglobosa* (Jacq.) (5 artigos) se sobressaíram em relação as demais em quantidade de pesquisas visando conhecimento das propriedades medicinais de suas cascas (Figura 5B).

Figura 5: Classificação das famílias e espécies mais estudadas. A) Principais famílias. B) Espécies com maior destaque.





Fonte: do autor (2021)

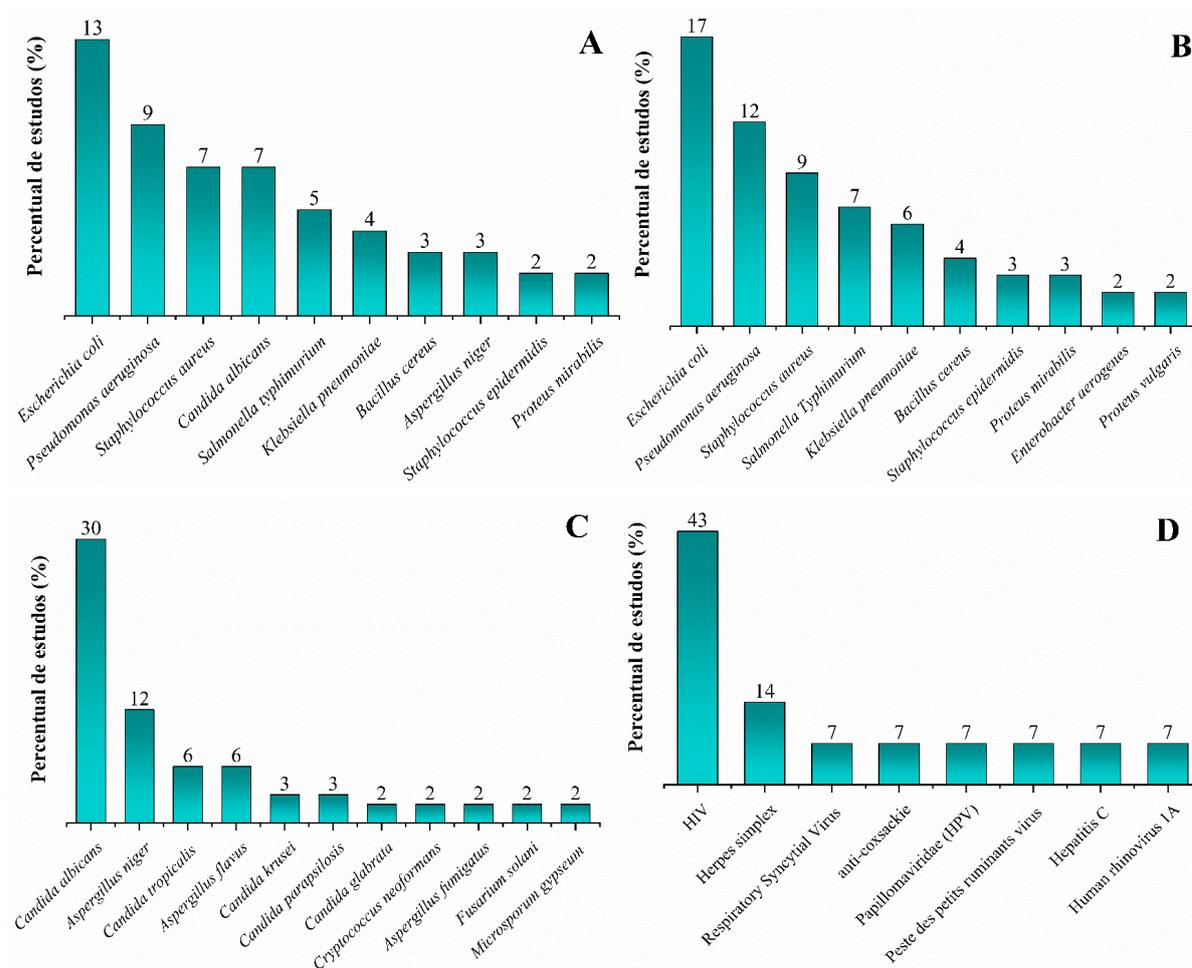
Os solventes mais utilizados para a retirada dos extrativos das cascas das diferentes espécies vegetais foram Metanol (37%), Etanol (26%), Água (15%), Água destilada (14%) Clorofórmio (9%), Acetona (8%), Éter de petróleo (8%), Acetato de etila (5%), *n*-hexano (4%) e Diclorometano (4%). Além dos mencionados, outros foram utilizados de forma risória como Benzeno, Álcool, Álcool de petróleo, Tolueno e Éter dietílico, somando 8% do total. Os solventes usados para extração de cada espécie em específico podem ser consultados no Apêndice A.

Para as análises de avaliação da atividade antimicrobianas dos extratos tânicos foi possível constatar o uso dos testes de Difusão em disco (177 artigos), Concentração inibitória mínima (142 artigos), Concentração bactericida mínima (29 artigos), Concentração fungicida mínima (8 artigos) e testes *in vivo* (2 artigos) como as mais frequentes. Enquanto os testes Plaque reduction assay, Microplate alamar blue assay, Cup plate method, Biofilme, relative percentage inhibition, RdRp assay, Test non-radioactive, Luciferase reporter phage assay foram aplicados em apenas 1 trabalho, cada. Vale ressaltar que mais de um teste pode ter sido desenvolvido em um único trabalho.

Os microrganismos patogênicos mais estudados, assim como os grupos isolados das bactérias, fungos e vírus, podem ser observados na figura 6 (A-D). As bactérias *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e o fungo *Candida albicans*, foram as espécies de microrganismos que mais apresentaram estudos que buscavam verificar a inibição do seu crescimento a partir do uso dos extratos tânicos. Nos grupos das bactérias, fungos e vírus, os destaques em frequência de pesquisas foram *E. coli*, *C. albicans* e o HIV,

respectivamente. Todos os microrganismos estudados e os extratos que foram aplicados para verificar a ação antimicrobiana sob eles são apresentados no Apêndice A.

Figura 6. Classificação dos microrganismos (bactérias, fungos e vírus) mais estudados. A) Microorganismos em geral; B) Bactérias; C) Fungos; D) Vírus.



Fonte: do autor (2021)

4. DISCUSSÃO

Os resultados destacaram a concentração de trabalhos com extratos tânicos das cascas como antimicrobianos em poucos países. Isso pode ser explicado, em parte, pelo forte apelo à medicina tradicional em países do continente africano, americano e asiático (AUDITEAU et al., 2019; CARVALHO et al., 2018; JAISWAL; WILLIAMS, 2017; JAMES et al., 2018; MAMEDOV; MEHDIYEVA; CRAKER, 2015; ROMULO et al., 2018). Além disso, os resultados são do banco de dados da Scopus, o qual foi evidenciado que poucas revistas possuem alto fator de impacto, demonstrando que muitos dados estão disponíveis em periódicos regionais, sem divulgação ampla. Também, muitos trabalhos podem estar disponíveis em

monografias, teses, dissertações e anais de eventos, sem publicação em periódicos, não possuindo maior alcance.

Os resultados mostraram que países em desenvolvimento são os que mais contribuem para este tipo de pesquisa, onde 80% da população desses países utilizam produtos florestais não madeireiros para complemento financeiro e nutricional (FAO, 1995), estando grande parte desses produtos atrelados a medicina popular, entre eles os extrativos das plantas.

Ademais, no mundo, 17 países são considerados megadiversos, representando 10% da superfície do planeta e abrigando 70% da diversidade biológica terrestre. Entre os dez países que mais publicaram o tema, somente Índia, Brasil, África do Sul, Estados Unidos, Paquistão, Bangladesh, Papua-Nova Guiné estão inclusos nesta classificação, mostrando a necessidade de mais incentivos a pesquisa nessa área, existindo uma grande diversidade de espécies que ainda não se tem informações divulgadas. Outro fator importante, foi que a Nigéria não é inclusa nesses países megadiversos, sendo um país classificado com baixo desenvolvimento humano (CHIDUME et al., 2021), o que pode acarretar muitas vezes a buscas pela medicina popular para diversas doenças, já que é comum a falta de saneamento básico e atenção básica a saúde da população nestas localidades.

O uso das cascas, deste modo, pode ser bastante intuitivo, haja vista a facilidade de coleta, principalmente das localizadas na porção caulinar das plantas, e diversidade de compostos químicos (MINH et al., 2019; ZHANG et al., 2017), mais especificamente os compostos fenólicos, grupo ao qual pertencem os taninos (MOTA et al., 2017). A Fabaceae Lindl., a família em maior evidência nos levantamentos realizados é conhecida por sua importância medicinal (PEREIRA et al., 2019), em que, o maior percentual de estudos visualizados pode ser resultante de duas espécies de maior destaque nas pesquisas, *Stryphnodendron adstringens* e *Parkia biglobosa*. A presença de taninos ou substâncias relacionadas a eles, de fato parecem ser comuns às cascas de espécies de Fabaceae (SILVA et al., 2007)

A diversidade em composição química apresentada por *Terminalia* justifica o interesse em estudos nessa espécie. Pertencente à Combretaceae, o gênero *Terminalia* Linn. se distribui pelo Sul da Ásia, Himalaia, Madagascar, Austrália e regiões tropicais e subtropicais da África, sendo muitas de suas espécies utilizadas nas medicinas chinesa, tibetana e medicina ayurvédica indiana; os taninos em *Terminalia* estão entre os principais compostos presentes (ZHANG et al., 2019). A distribuição das espécies então também está bastante relacionada ao maior registro de pesquisas em diferentes partes do mundo. As famílias Apocynaceae, Anacardiaceae e Euphorbiaceae, que estiveram entre as principais famílias nos levantamentos, são bem

distribuídas nos trópicos; ocorrendo, além disso, Euphorbiaceae e Anacardiaceae em regiões subtropicais e temperadas, respectivamente (KINOSHITA, 2005; SIMPSON, 2010) (SECCO et al., 2012)

É válido ressaltar que os resultados apontam para o maior volume de trabalhos concentrado em apenas duas espécies em Fabaceae (*Stryphnodendron adstringens* e *Parkia biglobosa*), Anacardiaceae (*Mangifera indica* e *Spondias mombin*) e Apocynaceae (*Calotropis procera* e *Holarrhena antidysenterica*) e uma espécie em Combretaceae (*Terminalia arjuna*). Isso mostra que apesar de toda a diversidade de compostos químicos e potencial para a síntese de taninos pelas famílias, que resultariam inclusive em possibilidades de estudos na área, ainda há limitações nas investigações das espécies. Assim, indicar os gargalos nesse tipo de pesquisa, poderia ser determinante para o avanço das investigações no tema.

Uma das principais limitações fica evidente nas redes de interação entre os autores. O número relacionado à quantidade de citações, por exemplo pode indicar que não há comunicação frequente entre os grupos de pesquisa, estando o acesso aos trabalhos, condicionado à busca por revistas no tema, conduzindo a outro obstáculo, já que entre as dez principais revistas em que se publicam artigos no tema, quatro não possuem parâmetro internacional de classificação das revistas científicas, o que pode contribuir para a limitação do alcance dos artigos.

Os taninos decerto estão entre os produtos naturais que mais permitem aplicações industriais, comprovadas em anos de pesquisa das mais diferentes áreas (ÁLVAREZ et al., 2021; ARAUJO et al., 2020; DEMARQUE et al., 2018; PIZZI, 2019; SHARMA et al., 2019), como foi também apontado nessa revisão bibliométrica. A versatilidade dos taninos ou extratos tânicos é ainda reforçada na complexa rede de palavras-chave e termos para indexação dos trabalhos relacionados apenas a atividades antimicrobianas dos taninos que, podem ser encontrados nas cascas. Chama atenção portanto, dado todo o potencial uso dos taninos e dos extratos tânicos, bem como do relevante número de trabalhos em que eles aparecem nas duas últimas décadas, que não haja um periódico específico para eles, que pudesse compilar todos os estudos e estabelecer melhor comunicação entre os pesquisadores no assunto.

Entre os reagentes utilizados nos trabalhos, metanol foi o mais aplicado para a retirada dos extratos tânicos. Os diferentes reagentes podem ter influência na policondensação dos taninos, devido a ligações com grupos hidroxila (VENTER et al., 2012). O metanol, em específico, é capaz de obter um extrato com maior riqueza de compostos fenólicos, como catequina, ácidos fenólicos, flavonoides, antocianinas, procianidinas, dentre outros (BLEVE et

al., 2008; CARIDI et al., 2007; MATTILA; KUMPULAINEN, 2002; NAIMA et al., 2015; ROSS; BETA; ARNTFIELD, 2009).

Em experimentos conduzidos por Naima et al. (2015) com cascas de *Acacia mollissima* para verificar os melhores métodos para extratos contendo taninos e demais polifenóis, indicaram a melhor efetividade de extração com a utilização do metanol, seguido por etanol e água. Além disso, estudos que avaliaram a eficiência dos extratos tânico das cascas de *Terminalia arjuna*, espécie com maiores números de artigos desenvolvidos comprovadas na presente pesquisa, tiveram suas propriedades antimicrobianas favorecidas pelo uso do metanol como solvente extrator (COCK et al., 2019; KINSALIN et al., 2014; MANDAL et al., 2013).

Sabe-se atualmente da importância da pesquisa para doenças que apresentam ampla distribuição e alta taxa de contágio, como o vírus da COVID-19, em que são constantemente utilizadas técnicas rápidas para evitar mais mortes. Além de uma pandemia, existem vários microrganismos que ocasionam epidemias em determinados locais, ou que promovam doenças já controladas por anos de pesquisa. A busca por compostos em plantas ainda é um meio bastante utilizado, principalmente quando se tem mecanismos de baixo custo e rapidez para analisar a ação de extrativos nos microrganismos. Com isto, o método em difusão, que é o mais utilizado, tem como vantagens o menor custo, a eficiência de testar grandes números de organismos e a facilidade na escolha de diferentes agentes antimicrobianos (NIJS et al., 2003), podendo ser reproduzido em diferentes lugares.

Entre os microrganismos mais estudados, pode-se constatar o forte impacto na disseminação deles. Entre as bactérias, por exemplo, *E. coli* é uma das principais causadoras de doenças alimentares graves no mundo, sendo disseminadas principalmente por alimentos de origem animal, estando muitas vezes associadas a falta de práticas de higiene (ASSEFA; BIHON, 2018). Já entre os fungos, várias espécies do gênero *Candida* foram constatadas nos resultados, sendo a principal, *C. albicans*, provocando a candidíase, doença que pode ser cutâneo-mucosa e invasiva ou sistêmica, muitas vezes com elevada mortalidade e custos elevados para o sistema de saúde (DIGNANI et al., 2009). Com relação aos vírus, o mais estudado com extrativos da casca é o HIV, sendo conhecido mundialmente, principalmente pela epidemia nos anos de seu surgimento e pelas mortes provocadas por ele ao longo dos anos, sendo um dos vírus mais estudados e com avanço no controle das doenças provocadas por ele.

Contudo, é observado que os principais microrganismos possuem características em comum, como a ampla distribuição pelo mundo, principalmente em países não desenvolvidos, os quais em sua maioria não oferecem assistência adequadas de saúde para população. Com isto, são necessárias medidas que controlem a propagação, por isso nesses locais são mais

utilizadas buscas por compostos existentes em plantas, principalmente por meio de seus extrativos, os quais tem conhecimento popular. No mais, muitos dos microrganismos têm se tornado resistentes a diversos tipos de drogas, evidenciando a importância de incentivos para mais pesquisas com substâncias de origem natural.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível aferir, portanto, que os estudos visando à aplicação dos extratos tânicos como agentes antimicrobianos ainda são recentes e escassos. Desse modo, existe a necessidade de incentivos a pesquisas nesta área visando servir de auxílio para indústria farmacêutica e suporte de informações, principalmente, para as regiões do mundo pouco desenvolvidas. Além disso, a falta de conexão entre os autores e instituições mais influentes dificultam os avanços da ciência nesta temática, ficando claro à importância da aproximação destes núcleos de pesquisa para a melhor disseminação dos resultados encontrados assim como a criação de um periódico específico sobre taninos para facilitar a divulgação das amplas aplicações desses polifenóis em diferentes eixos temáticos. Com isso, a presente revisão bibliométrica e estado da arte identificou as lacunas existentes no tema em estudo e busca dar suporte de informações que auxiliem os pesquisadores a desenvolverem novos trabalhos ampliando o número de estudos com estas substâncias e, conseqüentemente, contribuindo para ascensão deste nicho de pesquisa.

6. AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa teve o suporte financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e científico do Núcleo de estudos em Anatomia e Produtos químicos da madeira (NEAPquim) - Universidade Federal de Lavras.

7. REFERÊNCIAS

- ÁLVAREZ, X. et al. Harvesting freshwater algae with tannins from the bark of forest species: Comparison of methods and pelletization of the biomass obtained. **Chemosphere**, v. 268, p. 129313, 1 abr. 2021.
- ARAUJO, E. DA S. et al. Characterisation and valorisation of the bark of *Myrcia eximia* DC. Trees from the Amazon rainforest as a source of phenolic compounds. **Holzforschung**, v. 74, n. 10, p. 989–998, 1 out. 2020.
- ASSEFA, A.; BIHON, A. A systematic review and meta-analysis of prevalence of *Escherichia coli* in foods of animal origin in Ethiopia. **Heliyon**, v. 4, n. 8, p. 716, 1 ago. 2018.

AUDITEAU, E. et al. **Herbal medicine for epilepsy seizures in Asia, Africa and Latin America: A systematic review** *Journal of Ethnopharmacology* Elsevier Ireland Ltd, , 24 abr. 2019.

BLEVE, M. et al. An innovative method for the purification of anthocyanins from grape skin extracts by using liquid and sub-critical carbon dioxide. **Separation and Purification Technology**, v. 64, n. 2, p. 192–197, 17 dez. 2008.

BOTTAMEDI, M. et al. Antioxidant and anti-inflammatory action (in vivo and in vitro) from the trunk barks of Cabreúva (*Myrcarpus frondosus* Allemão, Fabaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, v. 267, p. 113545, 1 mar. 2021.

BRASIL. **Sistema Nacional de Informações florestais**. 2018. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/producao-florestal/copy-of-comercio>>. Acesso em: 24 abr. 2019.

BRUSOTTI, G. et al. Antimicrobial properties of stem bark extracts from *Phyllanthus muellerianus* (Kuntze) Excell. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 135, n. 3, p. 797–800, 1 jun. 2011.

CARIDI, D. et al. Profiling and quantifying quercetin glucosides in onion (*Allium cepa* L.) varieties using capillary zone electrophoresis and high performance liquid chromatography. **Food Chemistry**, v. 105, n. 2, p. 691–699, 1 jan. 2007.

CARVALHO, A. C. B. et al. The Brazilian market of herbal medicinal products and the impacts of the new legislation on traditional medicines. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 212, p. 29–35, 15 fev. 2018.

CAVALCANTI, P. M. et al. Antidiarrheal effect of extract from the bark of *Combretum leprosum* in mice. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, n. 1, p. 1-1, 2019.

COCK, I. E. et al. Bioactive compounds sourced from *Terminalia* spp. in bacterial malodour prevention: an effective alternative to chemical additives. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 41, n. 5, p. 496–508, 3 out. 2019.

CRISTO, J. S. et al. HPLC profile and antibiotic-modifying activity of *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae). **Industrial Crops and Products**, v. 94, p. 903–908, 30 dez. 2016.

DEMARQUE, D. P. et al. The role of tannins as antiulcer agents: a fluorescence-imaging based study. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 28, n. 4, p. 425–432, 1 jul. 2018.

DIGNANI, M. C. et al. In: Anaissie, EJ, McGinnis, MR, Pfaller MA. **Clinical Mycology**. 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 2009.

FAO. Non-wood forest products for rural income and sustainable forestry. FAO technical papers - Series Non Wood Forest Products, 7. Roma: FAO, 127p, 1995.

FALAGAS, M. E. et al. Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. **The FASEB Journal**, v. 22, n. 2, p. 338–342, 20 fev. 2008.

FRAGA-CORRAL, M. et al. Technological Application of Tannin-Based Extracts. **Molecules**, v. 25, n. 3, p. 614, 30 jan. 2020.

JAISWAL, Y. S.; WILLIAMS, L. L. **A glimpse of Ayurveda – The forgotten history and**

principles of Indian traditional medicine *Journal of Traditional and Complementary Medicine* National Taiwan University, , 1 jan. 2017.

JAMES, P. B. et al. Traditional, complementary and alternative medicine use in Sub-Saharan Africa: A systematic review. **BMJ Global Health**, v. 3, n. 5, p. 895, 1 nov. 2018.

KAFFASH, S.; NGUYEN, A. T.; ZHU, J. Big data algorithms and applications in intelligent transportation system: A review and bibliometric analysis. **International Journal of Production Economics**, v. 231, p. 107868, 1 jan. 2021.

KINSALIN, V. A. et al. Antimicrobial activity of methanol extracts of some traditional medicinal plants from Tamil Nadu, India. **Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research**, v. 7, n. 2, p. 36–40, 2014.

KINOSHITA, L.S. Apocynaceae In: WANDERLEY, M.G.L. *et al.* **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. Instituto de Botânica, São Paulo, vol. 4, pp: 35-92. 2005.

KUTCHAN, T. M. Natural Products. In: BUCHANAN, B. B. et al. **Biochemistry & Molecular Biology of Plants**. 2. Ed. Nova Jersey (EUA): Wiley-Blackwell, 2015.

LI, Y. et al. The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 148, p. 80-89, 1 mar. 2020.

LIU, X.-L. et al. Anti-Escherichia coli O157:H7 Properties of Purple Prairie Clover and Sainfoin Condensed Tannins. **Molecules**, v. 18, n. 2, p. 2183–2199, 8 fev. 2013.

MAMEDOV, N.; MEHDIYEVA, N.; CRAKER, L. E. Medicinal Plants Used in Traditional Medicine of the Caucasus and North America. **Journal of Medicinally Active Plants**, v. 4, n. 3, p. 42–66, 1 jan. 2015.

MANDAL, S. et al. Analysis of phytochemical profile of Terminalia arjuna bark extract with antioxidative and antimicrobial properties. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 3, n. 12, p. 960–966, 1 dez. 2013.

MATTILA, P.; KUMPULAINEN, J. Determination of free and total phenolic acids in plant-derived foods by HPLC with diode-array detection. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 13, p. 3660–3667, 19 jun. 2002.

MINH, T. et al. Isolation and Purification of Bioactive Compounds from the Stem Bark of *Jatropha podagrica*. **Molecules**, v. 24, n. 5, p. 889, 3 mar. 2019.

MIRANDA, I. et al. The bark of *Eucalyptus sideroxydon* as a source of phenolic extracts with anti-oxidant properties. **Industrial Crops and Products**, v. 82, p. 81–87, 1 abr. 2016.

MOTA, G. S. et al. Bark anatomy, chemical composition and ethanol-water extract composition of *Anadenanthera peregrina* and *Anadenanthera colubrina*. **PLOS ONE**, v. 12, n. 12, p. e0189263, 27 dez. 2017.

NAIMA, R. et al. Comparison of the impact of different extraction methods on polyphenols yields and tannins extracted from Moroccan *Acacia mollissima* barks. **Industrial Crops and Products**, v. 70, p. 245–252, 1 ago. 2015.

NIJS, A. et al. Comparison and evaluation of Osiris and Sirscan 2000 antimicrobial susceptibility systems in the clinical microbiology laboratory. **Journal of Clinical**

Microbiology, v. 41, n. 8, p. 3627–3630, 1 ago. 2003.

ONIVOGUI, G. et al. Antibacterial and antifungal activities of various solvent extracts from the leaves and stem bark of *Anisophyllea laurina* R. Br ex Sabine used as traditional medicine in Guinea. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 168, p. 287–290, 20 jun. 2015.

PAINE, C. E. T. et al. Functional explanations for variation in bark thickness in tropical rain forest trees. **Functional Ecology**, v. 24, n. 6, p. 1202–1210, 1 dez. 2010.

PEREIRA, R. et al. Diversidade estrutural e potencial biológico dos metabólitos secundários de espécies do gênero *Myroxylon* L.f. (Fabaceae): uma revisão da literatura. **Hoehnea**, v. 46, n. 1, p. 582017, 2019.

PIZZI, A. Tannins: Prospectives and Actual Industrial Applications. **Biomolecules**, v. 9, n. 8, p. 344, 5 ago. 2019.

ROMULO, A. et al. Screening of *in vitro* antimicrobial activity of plants used in traditional Indonesian medicine. **Pharmaceutical Biology**, v. 56, n. 1, p. 287–293, 1 jan. 2018.

ROSELL, J. A. Bark in Woody Plants: Understanding the Diversity of a Multifunctional Structure. **Integrative and Comparative Biology**, v. 59, n. 3, p. 535–547, 1 set. 2019.

ROSS, K. A.; BETA, T.; ARNTFIELD, S. D. A comparative study on the phenolic acids identified and quantified in dry beans using HPLC as affected by different extraction and hydrolysis methods. **Food Chemistry**, v. 113, n. 1, p. 336–344, 1 mar. 2009.

SAMPAIO, B. L.; EDRADA-EBEL, R.; DA COSTA, F. B. Effect of the environment on the secondary metabolic profile of *Tithonia diversifolia*: A model for environmental metabolomics of plants. **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, p. 1–11, 7 jul. 2016.

SÁNCHEZ, A. D.; DE LA CRUZ DEL RÍO RAMA, M.; GARCÍA, J. Á. Bibliometric analysis of publications on wine tourism in the databases Scopus and WoS. **European Research on Management and Business Economics**, v. 23, n. 1, p. 8–15, 1 jan. 2017.

SECCO, R. D. S. et al. An overview of recent taxonomic studies on Euphorbiaceae s.l. in Brazil. **Rodriguesia**, v. 63, n. 1, p. 227–242, 2012.

SIMPSON, M. G. **Plants Systematics**. 2. Ed. Massachusetts (EUA): Academic Press/Elsevier, 2010.

SHARMA, K. et al. **Health effects, sources, utilization and safety of tannins: a critical review** **Toxin Reviews** Taylor and Francis Ltd, , 2019. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15569543.2019.1662813>>. Acesso em: 9 mar. 2021

SILIHE, K. et al. *Ficus umbellata* Vahl. (Moraceae) Stem Bark Extracts Exert Antitumor Activities In Vitro and In Vivo. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 18, n. 6, p. 1073, 23 maio 2017.

SILVA, H. R. et al. Chemical constituents from bark of *Cenostigma macrophyllum*: Cholesterol occurrence. **Quimica Nova**, v. 30, n. 8, p. 1877–1881, 2007.

SILVA, T. C. et al. Non-Timber Forest Products in Brazil: A Bibliometric and a State of the Art Review. **Sustainability**, v. 12, n. 17, p. 7151, 2 set. 2020.

SONI, U.; BRAR, S.; GAUTTAM, V. K. Effect of Seasonal Variation on Secondary Metabolites of Medicinal Plants. **International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research**, v. 6, n. 9, p. 3654–3662, 2015.

SUNDARYONO, A. et al. **Potential Test Development of Dengue Hemorrhagic Fever Medicine from Jatropha Multifida Stem Bark as Organic Chemistry Teaching Material**. Journal of Physics: Conference Series. **Anais...Institute of Physics Publishing**, 27 jun. 2019Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1233/1/012024>>. Acesso em: 9 mar. 2021

SWEILEH, W. M. Bibliometric analysis of peer-reviewed literature in transgender health (1900 - 2017). **BMC International Health and Human Rights**, v. 18, n. 1, p. 16, 21 mar. 2018.

SWEILEH, W. M. Bibliometric analysis of peer-reviewed literature on antimicrobial stewardship from 1990 to 2019. **Globalization and Health**, v. 17, n. 1, p. 1, 1 dez. 2021.

TIAGO, O. et al. Plant secondary metabolites and its dynamical systems of induction in response to environmental factors: A review. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 2, p. 71–84, 12 jan. 2017.

VENTER, P. B. et al. Analysis of commercial proanthocyanidins. Part 3: The chemical composition of wattle (*Acacia mearnsii*) bark extract. **Phytochemistry**, v. 83, p. 153–167, 1 nov. 2012.

YANG, Y. et al. Analysis of leaf morphology, secondary metabolites and proteins related to the resistance to *Tetranychus cinnabarinus* in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 14197, 1 dez. 2020.

ZANDALINAS, S. I. et al. Activation of Secondary Metabolism in Citrus Plants Is Associated to Sensitivity to Combined Drought and High Temperatures. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1954, 9 jan. 2017.

ZHANG, X. R. et al. The Genus *Terminalia* (Combretaceae): An Ethnopharmacological, Phytochemical and Pharmacological Review. **Natural Products and Bioprospecting**, v. 9, n. 6, p. 357–392, 1 dez. 2019.

ZHANG, Y. et al. High-speed counter-current chromatography assisted preparative isolation of bioactive compounds from stem bark of *Juglans mandshurica*. **Journal of Separation Science**, v. 40, n. 3, p. 767–778, 1 fev. 2017.

APÊNDICES

Apêndice A- Listagem das famílias e espécies vegetais, solventes extratores e microrganismos patogênicos estudados em pesquisas com foco na avaliação dos extratos tânicos de casca como agentes antimicrobianos.

| Família | Espécie | Solventes extratores | Microrganismos estudados |
|----------|--|---|--|
| Fabaceae | <i>Dalbergia sissoo</i> Roxb. | Etanol | <i>Aspergillus niger</i> , <i>Alternaria alternata</i> , <i>Schizophyllum commune</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> . |
| | <i>Distemonanthus benthamianus</i> Baill. | Água | <i>Escherichia coli</i> ; <i>Listeria innocua</i> ; <i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Enterococcus faecalis</i> ; <i>Bacillus cereus</i> ; <i>Shigella dysenteriae</i> ; <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ; <i>Salmonella enterica</i> ; <i>Salmonella Typhimurium</i> ; <i>Shigella flexneri</i> ; <i>Neisseria gonorrhoea</i> ; <i>Klebsiella pneumoniae</i> ; <i>Acinetobacter baumannii</i> ; <i>Enterobacter aerogenes</i> ; <i>Neisseria meningitidis</i> ; <i>Candida albicans</i> |
| | <i>Pterocarpus angolensis</i> DC. | Metanol | <i>Candida krusei</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Streptococcus agalactiae</i> ; <i>Escherichia coli</i> |
| | <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth | Água destilada | <i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Staphylococcus epidermidis</i> ; <i>Staphylococcus saprophyticus</i> ; <i>Streptococcus mutans</i> ; <i>Klebsiella pneumoniae</i> ; <i>Escherichia coli</i> ; <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ; <i>Salmonella Typhi</i> |
| | <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville | Acetona; etanol; metanol; clorofórmio; n-propanol; água | <i>Candida albicans</i> ; <i>Candida tropicalis</i> ; <i>Candida parapsilose</i> ; <i>Candida glabrata</i> ; <i>Candida krusei</i> ; <i>Candida guilliermondii</i> ; <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Pythium insidiosum</i> ; <i>Staphylococcus epidermidis</i> |
| | <i>Pithecellobium jiringa</i> (Jack) | Acetato de etila; etanol | <i>Trychophyton mentagrophytes</i> ; <i>Candida albicans</i> |
| | <i>Paraserianthes falcataria</i> (L.) I.C.Nielsen | Diclorometano; acetona; etanol; tolueno | <i>Coriolus versicolor</i> ; <i>Poria placenta</i> ; |

| | | |
|--|---|---|
| <i>Albizia myriophylla</i> Benth. | Etanol | <i>Escherichia coli</i> ; <i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Lactobacillus sakei</i> ; <i>Lactobacillus plantarum</i> |
| <i>Pterolobium hexapetalum</i> (Roth) Santapau & Wagh | Água destilada; metanol | NI |
| <i>Albizia zygia</i> (PC) J.F. | Metanol | <i>Candida albicans</i> ; <i>Aspergillus</i> spp.; <i>Escherichia coli</i> ; <i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Klebsiella pneumoniae</i> ; <i>Bacillus subtilis</i> ; <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ; <i>Salmonella Typhi</i> |
| <i>Bauhinia variegata</i> linn. | Etanol | <i>Aspergillus niger</i> ; <i>Aspergillus flavus</i> ; <i>Aspergillus fumigatus</i> ; <i>Candida albicans</i> ; <i>Escherichia coli</i> ; <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ; <i>Vibrio parahaemolyticus</i> ; <i>Klebsiella pneumoniae</i> ; <i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Bacillus subtilis</i> |
| <i>Pentaclethra macrophyll</i> Benth. | Etanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> |
| <i>Saraca asoca</i> (Roxb.) De. Wild is | Etanol; clorofórmio | <i>Spergillus niger</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus pneumoniae</i> |
| <i>Abarema cochliacarpus</i> (Gomes) Barneby & J.W. Grimes | NI | <i>Bacillus</i> spp., <i>Staphylococcus intermedius</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pasteurella</i> sp. |
| <i>Acacia implexa</i> Benth. | Água; etanol, éter de petróleo; clorofórmio | <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| <i>Acacia falcata</i> Willd. | Água; etanol, éter de petróleo; clorofórmio | <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| <i>Tamarindus indica</i> Linn. | Etanol | <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Sarcina lutea</i> , <i>Salmonella Paratyphi</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>Vibrio mimicus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , |

| | | |
|--|---|---|
| | | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Shigella boydii</i> |
| <i>Butea monosperma</i> (Lam.) | Metanol | <i>Scopulariopsis</i> sp, <i>Candida albicans</i> , <i>Malassezia pachydermatis</i> , <i>Candida parapsilosis</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Candida krusei</i> , <i>Trichophyton mentagrophytes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> |
| <i>Saraca indica</i> Linn. | Benzeno; acetato de etila, metanol; água | <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Candida glabrata</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Rhizomucor miehei</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Enterobacter aerogens</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Pseudomonas putida</i> , <i>Lactococcus lactis</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Enterobacter faecalis</i> , <i>Escherichia coli</i> |
| <i>Acacia ataxacantha</i> DC. | Hexano; diclorometano; metanol; acetato de etila | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| <i>Pentaclethra macrophylla</i> Benth. | Metanol; água destilada | <i>Candida albicans</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> |
| <i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. | Etanol; água | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Salmonella enterica</i> , <i>Shigella sonnei</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Escherichia coli</i> |
| <i>Prosopis cineraria</i> L. | Etanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> |

| | | |
|--|--|---|
| <i>Cassia fistula</i> L. | Diclorometano; metanol | <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| <i>Parkia biglobosa</i> (Jacq.) Benth. | Água; metanol; etanol | <i>Bacillus anthracis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Geobacillus stearothermophilus</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus polymyxa</i> , <i>Corynebacterium pyogenes</i> , <i>Pseudomonas fluorescence</i> , <i>Clostridium sporogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Shigella boydii</i> |
| <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan | Água | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| <i>Piptadeniastrum africanum</i> (Hook f.) Brenan | Água destilada; metanol; acetato de etila | <i>Candida albicans</i> , <i>Verticillium dahliae</i> , <i>Fusarium fujikuroi</i> , <i>Fusarium verticillioides</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Pyricularia grisea</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella Choleraesuis</i> |
| <i>Pericopsis laxiflora</i> (Benth.) Van Meeuwen | Água destilada; etanol; metanol; acetato de etila | <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> |
| <i>Acacia nilótica</i> Linn. | Água destilada; etanol | Peste des petits ruminants virus (PPRV), <i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Shigella sonnei</i> |
| <i>Pterocarpus santalinus</i> L. | NI | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| <i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth. | Etanol | NI |
| <i>Cassia sieberiana</i> D.C. | NI | HIV |
| <i>Delonix elata</i> L. | Metanol; diclorometano; éter de petróleo | <i>Candida albicans</i> , <i>Cryptococcus neoformans</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus albus</i> , <i>Enterococcus faecialis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas</i> |

| | | |
|--|---|---|
| | | <i>aeruginosa, Klebsiella pneumoniae</i> |
| <i>Erythrina abyssinica</i> Lam. ex DC. | Metanol | <i>Mycobacterium tuberculosis</i> |
| <i>Acacia catechu</i> Willd. | NI | <i>Streptococcus mitis, Streptococcus sanguis, Lactobacillus acidophilus</i> |
| <i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart. ex Benth. | Etanol | <i>Escherichia coli, Staphylococcus aureus</i> |
| <i>Bauhinia purpurea</i> L. | Acetona; metanol; água; éter de petróleo; clorofórmio | <i>Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae, Bacillus subtilis, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Salmonella Typhi</i> |
| <i>Scorodophloeus zenkeri</i> Harms | Metanol | <i>Providencia stuartii, Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella pneumoniae, Escherichia coli, Enterobacter aerogenes, Enterobacter cloacae</i> |
| <i>Cassia arereh</i> Del. | Água destilada; acetona; etanol | <i>Candida albicans, Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis, Salmonella Typhi, Pseudomonas aerogenosa, Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, Corynebacterium pyogenes</i> |
| <i>Adenanthera pavonina</i> L. | Benzeno; metanol; diclorometano; acetato de etila | <i>Candida albican, Aspergillus niger, Sacharomyces cerevisiae, Bacillus megaterium, Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus, Sarcina lutea, Bacilus cereus, Escherichia coli, Pseudomonas aureus, Salmonella Paratyphi, Salmonella Typhi, Shigella dysenteriae, Shigella boydii, Vibrio mimicus, Vibrio parahemolyticus</i> |
| <i>Prosopis africana</i> (Guill. & Perr.) Taub. | Metanol | <i>Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis, Salmonella Typhi, Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella pneumoniae</i> |
| <i>Bauhinia variegates</i> L. | Metanol | <i>Bacillus cereus, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli</i> |
| <i>Acacia leucocephala</i> (Lam) | Metanol | <i>Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Enterobacter aerogenes, Pseudomonas aeruginosa, Salmonella Typhi, Salmonella Paratyphi, Salmonella</i> |

| | | |
|---|------------------|---|
| | | Typhimurium, <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Shigella flexneri</i> |
| <i>Pterocarpus marsupium</i> Roxb. | Água destilada | <i>Stahylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella pneumonia</i> |
| <i>Daniellia oliveri</i> (Rolfe) Hutch. & Dalziel | Água, etanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| <i>Afzelia africana</i> (Smith) | Metanol; água | <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Penicillium notatum</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus faecalis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus pumilus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Serratia marcescens</i> , <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Micrococcus kristinae</i> , <i>Micrococcus luteus</i> |
| <i>Distemonanthus benthamianus</i> Baill. | Metanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Klebsiella pneumonia</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Streptococcus mitis</i> |
| <i>Cylicodiscus gabunensis</i> Harms | Acetato de etila | <i>Candida albicans</i> , <i>Candida glabrata</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Morganella morganii</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Enterobacter agglomerans</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus faecalis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus cereus</i> |
| <i>Erythrophleum suaveolens</i> (Guill. & Perr.) Brenan | NI | NI |
| <i>Cassia petersiana</i> Bolle | Água destilada | <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Salmonella Paratyphi</i> |
| <i>Entada africana</i> Guill. & Perr. | Etanol; Água | <i>Escherichia coli</i> |

| | | | |
|---------------------|---|---|---|
| | <i>Peltophorum africanum</i> Sond. | Metanol; água | HIV |
| | <i>Stryphnodendron obovatum</i> Benth. | Acetona; água | <i>Candida albicans</i> , <i>Candida parapsilosis</i> , <i>Candida krusei</i> , <i>Candida tropicalis</i> |
| | <i>Pterocarpus indicus</i> Wild. | NI | <i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus rubrum</i> , <i>Aspergillus versicolor</i> , <i>Aspergillus vitis</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Cladosporium cladosporioides</i> , <i>Trychophyton mentagrophytes</i> , <i>Trychophyton tronsurum</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Micrococcus roseus</i> , <i>Staphylococcus albus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Streptococcus faecalis</i> , <i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>Agrobacterium tumefaciens</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Neisseria gonorrhoeae</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Serratia marcescens</i> |
| | <i>Parkia clappertoniana</i> Keay | NI | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| | <i>Robinia pseudoacacia</i> L. | Acetona; água | NI |
| Combretaceae | <i>Terminalia arjuna</i> (Roxb.) Wight & Arn. | Água destilada; metanol; acetato de etila; clorofórmio; éter de petróleo; acetona; etanol; água; éter dietílico | <i>Candia albicans</i> , <i>Microsporium canis</i> , <i>Microsporium gypseum</i> , <i>Herpes simplex</i> type 2, <i>Brevibacterium linens</i> , <i>Corynebacterium jeikeium</i> , <i>Propionibacterium acnes</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Pseudomonas acnes</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , |

| | | |
|--|--|---|
| | | <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> |
| <i>Terminalia alata</i> Willd. | Água; metanol; acetato de etila; clorofórmio; éter de petróleo; acetona; acetona; n- hexano | <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella sp.</i> , <i>Salmonella Paratyphi</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Shigella sonnei</i> , <i>Vibrio cholerae</i> |
| <i>Terminalia ferdinandiana</i> Exell | Hexano; água destilada; metanol; etanol; acetona | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus cereu</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , |
| <i>Terminalia laxiflora</i> (Engl. & Diels) | Clorofórmio; éter de petróleo; metanol | <i>Mycobacterium smegmatis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| <i>Terminalia brownii</i> Fresen. | Clorofórmio; éter de petróleo; metanol | <i>Mycobacterium smegmatis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Propionibacterium acnes</i> |
| <i>Terminalia avicennioides</i> Guill. & Perr. | Metanol; água; etanol | <i>Salmonella typhi</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus spp</i> , <i>Lactobacillus spp.</i> |
| <i>Combretum hartmannianum</i> Schweinf. | Etanol | <i>Porphyromonas gingivalis</i> |
| <i>Anogeissus leiocarpus</i> (DC.) Guill. & Per | Clorofórmio; éter de petróleo; metanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus spp</i> , <i>Lactobacillus spp.</i> |
| <i>Terminalia catappa</i> L. | Acetato de etila; água destilada; etanol | <i>Candia albicans</i> , <i>Microsporium canis</i> , <i>Microsporium gypseum</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> |

| | | | |
|----------------------|--|--|--|
| | <i>Terminalia macroptera</i> Guill. & Perr. | Etanol; água destilada | <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> |
| | <i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev. | Água; etanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> |
| | <i>Terminalia glaucescens</i> Planch. ex Benth. | Metanol; n-hexano; acetato de etila; n-butanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Bacillus cereus</i> |
| | <i>Terminalia sambesiaca</i> Engl. & Diels | Metanol | <i>Mycobacterium smegmatis</i> |
| | <i>Terminalia kaiserana</i> F. Hoffm. | Metanol | <i>Mycobacterium smegmatis</i> |
| | <i>Combretum adenogonium</i> Steud. ex A.Rich. | Etanol | <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Bacillus anthracis</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , HIV |
| | <i>Terminalia triptera</i> Stapf | Etanol | NI |
| | <i>Combretum molle</i> (R. Br. Ex. G. Don.) Engl & Diels | Éter de petróleo | <i>Candida albicans</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus terreus</i> , <i>Penicillium notatum</i> , <i>Penicillium funiculosum</i> , <i>Penicillium citrinum</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Shigella dysentery</i> , <i>Shigella soneii</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , HIV |
| Anacardiaceae | <i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi. | Etanol | <i>Herpes simplex</i> |
| | <i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão | Etanol; água; água destilada | <i>Candida albicans</i> , <i>Candida krusei</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Candida glabrata</i> , <i>Candida parapsilosis</i> , <i>Candida krusei</i> , <i>Candida guilliermondii</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> |
| | <i>Mangifera indica</i> Linn. | Etanol; metanol; n-hexano | <i>Candida albicans</i> , <i>Cryptococcus albidus</i> , <i>Trichophyton rubrum</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus spinulose</i> , <i>Aspergillus terreus</i> , <i>Aspergillus nidulans</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , |

| | | | |
|--|---|-----------------------------|--|
| | | | <i>Providencia stuartii</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Salmonella</i> Typhi, <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella</i> <i>pneumonia</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Salmonella</i> Typhimurium, <i>Staphylococcus pneumonia</i> , Coxsackievirus |
| | <i>Schinopsis Braziliensis</i> Engl. | Etanol | <i>Bacillus cereus</i> , <i>Enterococcus</i> <i>faecalis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella enterica</i> , <i>Serratia</i> <i>marcescens</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> |
| | <i>Pseudospondias longifolia</i> Engl. | Etanol; acetona | <i>Candida albicans</i> , <i>Escherichia</i> <i>coli</i> , <i>Listeria innocua</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Bacillus</i> <i>cereus</i> , <i>Staphylococcus</i> <i>camorum</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella enterica</i> , <i>Salmonella</i> Typhi, <i>Neisseria gonorrhoeae</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>Neisseria</i> <i>meningitidis</i> |
| | <i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst. | Metanol; água; acetona | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella</i> <i>oxytoca</i> , <i>Salmonella enterica</i> , <i>Shigella sonnei</i> , <i>Streptococcus</i> <i>pyogenes</i> , <i>Plesiomonas</i> <i>shigelloides</i> , <i>Aeromonas</i> <i>hydrophila</i> , <i>Salmonella</i> Typhimurium |
| | <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi | Etanol | <i>Enterococcus faecalis</i> |
| | <i>Spondias mombin</i> L. | Metanol; n- hexano; água | <i>Mycobaterium tuberculosis</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Aspergillus</i> <i>niger</i> |
| | <i>Holigarna grahamii</i> (Wight) Kurz. | Metanol | <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella</i> Typhi, <i>Proteus</i> <i>vulgaris</i> |

| | | | |
|--------------------|--|------------------------------|--|
| | <i>Odina wodier</i> Roxb. | Metanol; água | <i>Candida albicans</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Cryptococcus neoformans</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella pneumonia</i> , <i>Escherichia coli</i> |
| | <i>Lannea barteri</i> (Oliv.) Engl. | Diclorometano; etanol | <i>Cladosporium cucumerinum</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermis</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i> |
| | <i>Holigarna arnottiana</i> Hook f. | NI | NI |
| | <i>Lannea acida</i> A. Rich. | Etanol; água | <i>Escherichia coli</i> |
| Apocinaceae | <i>Secondatia floribunda</i> A. DC | Etanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus vulgaris</i> |
| | <i>Holarrhena antidysenterica</i> (L.) Wall. ex A. DC. | | <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella sp.</i> , <i>Salmonella Paratyphi</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Shigella sonnei</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Shigella boydii</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Shigella sonnei</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| | <i>Funtumia elastica</i> (Preuss) Stapf. | Etanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> |
| | <i>Wrightia tinctoria</i> R. Br. | Clorofórmio; acetona; etanol | <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella planticola</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella Typhi</i> |
| | <i>Wrightia arborea</i> (Dennst.) Mabb. | Clorofórmio; acetona; etanol | <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella planticola</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , |

| | | |
|---|--|---|
| | | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella Typhi</i> |
| <i>Calotropis gigantea</i> (L.) W.T.Aiton. | Metanol; acetato de etila; clorofórmio; éter de petróleo; acetona; acetona; n- hexano | <i>Bacillus cereus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Salmonella Typhi</i> |
| <i>Alstonia scholaris</i> (L.) R.Br. | Metanol; acetona | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Enterobacter aerogens</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Salmonella Paratyphi</i> , <i>Klebsiella planticola</i> , <i>Bacillus megaterium</i> |
| <i>Alstonia boonei</i> De wild | Água; etanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Flavobacterium sp.</i> , <i>Salmonella Typhi</i> |
| <i>Alstonia macrophylla</i> Wall. ex G.Don | | <i>Trichophyton mentagrophytes</i> , <i>Trichophyton rubrum</i> , <i>Microsporum gypseum</i> , <i>Epidermophyton floccosum</i> , <i>Trichothecium floccosum</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Cryptococcus neoformans</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella planticola</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Staphylococcus saprophyticus</i> , <i>Streptococcus faecalis</i> |
| <i>Tabernaemontana Stapfiana</i> Britten | Metanol; água destilada | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> |
| <i>Hemidesmus indicus</i> (L.) R.Br | Água destilada | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella pneumonia</i> |

| | | | |
|----------------------|---|---------------------------|--|
| | <i>Leptadenia lancifolia</i> (Schumach. & Thonn.) Decne. | Água; acetona; metanol | <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Cryptococcus neoformans</i> , <i>Phytophthora infestans</i> , <i>Penicilium notatum</i> , <i>Candida albicans</i> |
| | <i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T.Aiton | Etanol; água | <i>Epidermophyton floccosum</i> , <i>Trichophyton gypseum</i> , <i>Trichophyton rubrum</i> , <i>Microsporum gypseum</i> , <i>Aspergillus niger</i> |
| | <i>Holarrhena floribunda</i> G. Don. | Metanol | <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Geobacillus stearothermophilus</i> |
| | <i>Micrechites novoguineensis</i> K.Schum. | Acetato de etila; metanol | <i>Aspergillus niger</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Trychophyton mentagrophytes</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Micrococcus roseus</i> , <i>Staphylococcus albus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Streptococcus faecalis</i> , <i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>Agrobacterium tumefaciens</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Neisseria gonorrhoeae</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Serratia marcescens</i> |
| Euphorbiaceae | <i>Givotia rottleriformis</i> Griff. Ex Wight | Metanol; acetato de etila | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> |
| | <i>Alchornea cordifolia</i> (Schum. & Thonn.)Mu ll.-Arg. | Metanol | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Providencia stuartii</i> |
| | <i>Tetrorchidium didymostemon</i> (Baill.) Pax & K.Hoffm. | Etanol; água | <i>Candida albicans</i> |
| | <i>Ricinodendron heudelotti</i> (Baill.) Heckel | Metanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>Morganella morganii</i> , |

| | | | |
|------------------|---|---|---|
| | | | <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus faecalis</i> |
| | <i>Jatropha curcas</i> L. | Água destilada; etanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Corynebacterium pyogenes</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus mirabilis</i> |
| | <i>Spirostachys africana</i> Sond. | Éter de petróleo; diclorometano; etanol; água | <i>Candida albicans</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> |
| | <i>Drypetes gossweileri</i> S.Moore | Metanol | NI |
| | <i>Phyllanthus muellerianus</i> (Kuntze) Excell | Metanol; acetona | <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Streptococcus pyogenese</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> |
| | <i>Tetracarpidium conophorum</i> Mull. (Arg) | Metanol; água | <i>Candida albicans</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i> |
| | <i>Euphorbia poissonii</i> Pax | Diclorometano; clorofórmio; metanol | NI |
| | <i>Croton zambesicus</i> Meull. Arg. | NI | <i>Candida albicans</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Penicillium species</i> , <i>Microsporum species</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Bacillus subtilis</i> |
| | <i>Bridelia ferruginea</i> Benth | Água; etanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Streptococcus lactis</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>Proteus vulgaris</i> |
| Myrtaceae | <i>Syzygium jambos</i> L. | Metanol; água; acetona | <i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Escherichia coli</i> ; <i>Enterobacter aerogenes</i> ; <i>Klebsiella pneumoniae</i> ; <i>Enterobacter cloacae</i> ; <i>Pseudomonas</i> |

| | | |
|---|--|--|
| | | <i>aeruginosa</i> ; <i>Providencia stuartii</i> , <i>Staphylococcus cohnii</i> , <i>Staphylococcus warneri</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> |
| <i>Psidium guajava</i> L. | Metanol; etanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Providencia stuartii</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus faecalis</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Salmonella</i> spp. |
| <i>Syzygium cumini</i> L. | Etanol; metanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Streptococcus oralis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Pseudomonas</i> e <i>Shigella flexneri</i> , <i>Salmonella Typhi</i> |
| <i>Psidium cattleianum</i> Sabine | Etanol; água | <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> , <i>Streptococcus oralis</i> , <i>Lactobacillus rhamnosus</i> |
| <i>Syzygium zeylanicum</i> L. DC | Metanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Proteus vulgaris</i> |
| <i>Syzygium claviflorum</i> (L.) Skeels | Metanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Proteus vulgaris</i> |
| <i>Eugenia calycina</i> Cambess. | Acetato de etila; hexano; etanol; diclorometano | <i>Candida parapsilosis</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Cryptococcus gatti</i> , <i>Cryptococcus neoformans</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Micrococcus roseus</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>Serratia marcenscens</i> |
| <i>Eucalyptus tereticornis</i> J.E.Sm. | Metanol | <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Candida albicans</i> |

| | | | |
|-----------------|--|--|---|
| | <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. | n-hexano | <i>Helicobacter pylori</i> |
| | <i>Corymbia torelliana</i> (F.Muell.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson | n-hexano | <i>Helicobacter pylori</i> |
| | <i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden | Hexano; metanol | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> |
| | <i>Eucalyptus regnans</i> F. Muell. | Metanol | NI |
| Moraceae | <i>Ficus sycomorus</i> L. | Metanol; água destilada | <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> |
| | <i>Ficus polita</i> Vahl. | Etanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> |
| | <i>Ficus natalensis</i> Hochst. | Água destilada; éter de petróleo; metanol; clorofórmio | <i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> |
| | <i>Ficus sycomorus</i> L. | Água destilada; metanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Bacillus cereus</i> , |
| | <i>Ficus benghalensis</i> L. | Metanol; água destilada; etanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella pneumonia</i> , <i>Streptococcus sp.</i> , <i>Lactobacillus sp.</i> , <i>Actinobacillus sp.</i> , <i>Fusobacterium sp.</i> , <i>Candida albicans</i> |
| | <i>Ficus racemosa</i> L. | Metanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> |
| | <i>Ficus religiosa</i> L. | Metanol; | <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , RSV strain A2, <i>Human rhinovirus 1A</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Candida Albicans</i> |
| | <i>Ficus carica</i> L. | Diclorometano; Metanol | <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| | <i>Cassia fistula</i> L. | Diclorometano; Metanol | <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |

| | | | |
|------------------|---|---|---|
| | <i>Streblus asper</i> Lour. | Etanol | NI |
| | <i>Ficus Capensis</i> Thunb. | Água destilada; etanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Streptococcus faecalis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Candida albicans</i> |
| | <i>Ficus thonningii</i> Blume | Metanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella</i> spp., <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella</i> Typhi, <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus</i> spp. |
| | <i>Ficus syorus</i> L. | Etanol; água; éter de petróleo; hexano; clorofórmio | <i>Microsporium gypseum</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Candida albicans</i> |
| Meliaceae | <i>Azadirachta indica</i> A. Juss | Metanol; etanol; água | <i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Providencia stuartii</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Streptococcus sobrinus</i> , <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Streptococcus cricetus</i> |
| | <i>Swietenia mahagoni</i> (L.) Jacq. | Diclorometano; tolueno; acetona; etanol | <i>Coriolus Versicolor</i> , <i>Poria Placenta</i> |
| | <i>Carapa klaineana</i> Pierre. | Etanol; acetona | <i>Escherichia coli</i> , <i>Listeria innocua</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Staphylococcus camorum</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella enterica</i> , <i>Salmonella</i> Typhi, <i>Neisseria gonorrhoeae</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>Neisseria meningitidis</i> , <i>Candida albicans</i> |
| | <i>Khaya senegalensis</i> (Desr.) A. Juss | Etanol; metanol; água destilada | <i>Salmonella</i> , Typhi, <i>Propionibacterium acnes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus</i> spp., <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella</i> spp., <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Streptococcus faecalis</i> , <i>Candida albicans</i> |

| | | |
|---|--|---|
| <i>Entandrophragma angolense</i> (Welw.) C. DC. (Tiama) | Metanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| <i>Aphanamixis polystachya</i> (Wall.) R.N. Parker | Éter de petróleo; clorofórmio | <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Enterobacter gergoviae</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> |
| <i>Cedrella toona</i> M. Roem. | Etanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Cryptococcus albidus</i> , <i>Trichophyton rubrum</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus spinulose</i> , <i>Aspergillus terréus</i> , <i>Aspergillus nidulans</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Staphylococcus pneumoniae</i> |
| <i>Khaya grandifoliola</i> C.DC. | Metanol | <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Proteus mirabilis</i> |
| <i>Ekebergia senegalensis</i> A. Juss | Álcool de petróleo; metanol | <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> |
| <i>Cinnamomum cassia</i> L. | Metanol; água destilada; clorofórmio; n-hexano | <i>Shigella</i> spp., <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella</i> spp., MRSA (<i>Staphylococcus aureus</i> resistente à meticilina) |
| <i>Cinnamomum burmannii</i> (Ness & T. Ness) Blume | Etanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Staphylococcus haemolyticus</i> , <i>Staphylococcus warneri</i> , <i>Staphylococcus xylosum</i> |
| <i>Ocotea minarum</i> Mart. ex Nees | Álcool etílico | <i>Candida albicans</i> , <i>Candida glabrata</i> , <i>Candida krusei</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Candida parapsilosis</i> , <i>Candida dubliniensis</i> , <i>Cryptococcus gattii</i> , <i>Cryptococcus neoformans</i> , |

| | | |
|---|--|---|
| | | <i>Rhodotorula glutinis</i> , <i>Rhodotorula mucilaginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Salmonella</i> <i>Typhimurium</i> , <i>Salmonella</i> <i>Enteritidis</i> , <i>Pseudomonas</i> <i>aeruginosa</i> , <i>Proteus mirabilis</i> |
| <i>Aniba fragrans</i> Ducke | Água destilada | <i>Morganella morganii</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i> , <i>Staphylococcus</i> <i>epidermidis</i> , <i>Enterobacter</i> <i>cloacae</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Serratia</i> <i>marcescens</i> , <i>Acinetobacter</i> <i>baumannii</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Propionibacterium acnes</i> , <i>Salmonella enterica</i> , <i>Yersinia</i> <i>enterocolitica</i> |
| <i>Litsea angulata</i> Blume. | n-hexano; acetato de etila; etanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus mutans</i> |
| <i>Cinnamomum verum</i> J.Presl | Acetona; metanol; etanol; água | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus</i> <i>cereus</i> , <i>Escherichia coli</i> |
| <i>Persea americana</i> Mill. | Etanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i> |
| <i>Umbellularia californica</i> (Hook. & Arn.) Nutt. | Hexano; diclorometano; metanol | <i>Bacillus cereus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Mycobacterium smegmatis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> |
| <i>Persea macrantha</i> (Nees) Kosterm. | Metanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus</i> <i>cereus</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> |
| <i>Machilus macrantha</i> Nees. | Clorofórmio; acetona; acetato de etila | <i>Candida albicans</i> , <i>Aspergillus</i> <i>niger</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus Typhi</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas</i> <i>aeruginosa</i> |
| <i>Beilschmiedia cinnamomea</i> (Stapf) Robyns & R.Wilc. | Metanol | <i>Providencia stuartii</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter</i> <i>aerogenes</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> |
| <i>Cinnamomum zeylanicum</i> Breyn | Éter de petróleo; benzeno; | <i>Alternaria solani</i> , <i>Curvularia</i> <i>lunata</i> |

| | | | |
|------------------|---|---|---|
| | | clorofórmio; acetato de etila; acetona; etanol; água | |
| Lamiaceae | <i>Vitex doniana</i> Black Plum | Etanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> |
| | <i>Vitex negundo</i> L. | Metanol | <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella Paratyphi</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Shigella boydii</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Vibrio parahemolyticus</i> , <i>Vibrio mimicus</i> |
| | <i>Tectona grandis</i> L. | Água; etanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Cryptococcus albidus</i> , <i>Trichophyton rubrum</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus spinulose</i> , <i>Aspergillus terreus</i> , <i>Aspergillus nidulans</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumonia</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Staphylococcus pneumonia</i> |
| | <i>Clerodendrum petasites</i> (Lour.) S. Moore. | Etanol | NI |
| | <i>Premna serratifolia</i> Lin. | NI | NI |
| | <i>Gmelina arborea</i> Roxb. | Metanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Pseudomonas fluorescence</i> |
| | <i>Salvia aucheri</i> Bentham var. <i>canescens</i> Boiss. & Heldr. | Água | <i>Alternaria alternata</i> , <i>Penicillium italicum</i> , <i>Fusarium equisetii</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Bacillus brevis</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , |

| | | | |
|--|--|---|---|
| | | | <i>Mycobacterium smegmatis</i> , <i>Proteus vulgaris</i> |
| Bignoniaceae | <i>Kigelia africana</i> (Lam.) Beneth. | Metanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> |
| | <i>Oroxylum indicum</i> L. Kurz | Água destilada; etanol | <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Salmonella Paratyphi</i> , <i>Shigella boydii</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Shigella sonnei</i> , <i>Vibrio cholerae</i> . <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| | <i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart. | Hexano; metanol | <i>Mycobacterium tuberculosis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Serratia marcescens</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Neisseria gonorrhoeae</i> |
| | <i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv. | Metanol | <i>Staphylococcus aureus</i> |
| | <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Dol., Te, a stans Linn. | Metanol | <i>Candida albicans</i> |
| | <i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) D.C. | Metanol | <i>Candida albicans</i> |
| | <i>Crescentia cujete</i> Linn | Metanol | <i>Candida albicans</i> |
| | Malvaceae | <i>Grewia lasiocarpa</i> E. Mey. Ex Harv | NI |
| <i>Grewia ferruginea</i> Hochst. ex A.Rich. | | Acetona | <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> |
| <i>Hibiscus tiliaceus</i> L. | | Água destilada; etanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Staphylococcus saprophyticus</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> , |

| | | | |
|------------------|--|--------------------------------|---|
| | | | <i>Plesiomonas shigelloides</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Vibrio cholera</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Shigella boydii</i> , <i>Shigella sonnei</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| | <i>Adansonia digitata</i> L. | Éter de petróleo | HIV |
| | <i>Ceiba pentandra</i> Gaertn. | Etanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Cryptococcus albidus</i> , <i>Trichophyton rubrum</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus spinulose</i> , <i>Aspergillus terréus</i> , <i>Aspergillus nidulans</i> <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Klebsiella pneumonia</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Staphylococcus pneumonia</i> |
| | <i>Thespesia populnea</i> Sol. ex Corrêa | Éter de petróleo; água | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| | <i>Dombeya rotundifolia</i> (Hochst.) Planch | Água; acetato de etila; etanol | <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> |
| Rubiaceae | <i>Crossopteryx febrifuga</i> Benth. | Metanol | <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> |
| | <i>Nauclea latifolia</i> Smith | Clorofórmio; etanol; água | <i>Candida albicans</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> |
| | <i>Uncaria perrottetii</i> (A. Rich) Merr. | Etanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> |
| | <i>Fleroya stipulosa</i> (DC.) Y.F.Deng | Etanol; água | <i>Escherichia coli</i> |

| | | | |
|--|---|-------------------------|---|
| | <p><i>Sarcocephalus coadunatus</i> (Roxb. Ex Sm.) Druce</p> | <p>NI</p> | <p><i>Aspergillus niger</i>, <i>Aspergillus rubrum</i>, <i>Aspergillus versicolor</i>, <i>Aspergillus vitis</i>, <i>Candida albicans</i>, <i>Candida tropicalis</i>, <i>Cladosporium cladosporioides</i>, <i>Trychophyton mentagrophytes</i>, <i>Trychophyton tronsurum</i>, <i>Bacillus cereus</i>, <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Bacillus megaterium</i>, <i>Lactobacillus casei</i>, <i>Micrococcus luteus</i>, <i>Micrococcus roseus</i>, <i>Staphylococcus albus</i>, <i>Staphylococcus epidermidis</i>, <i>Streptococcus faecalis</i>, <i>Streptococcus pneumoniae</i>, <i>Agrobacterium tumefaciens</i>, <i>Citrobacter freundii</i>, <i>Enterobacter aerogenes</i>, <i>Escherichia coli</i>, <i>Klebsiella pneumoniae</i>, <i>Neisseria gonorrhoeae</i>, <i>Proteus mirabilis</i>, <i>Proteus vulgaris</i>, <i>Pseudomonas aeruginosa</i>, <i>Salmonella Typhi</i>, <i>Serratia marcescens</i></p> |
| | <p><i>Psychotria microlabastra</i> L.</p> | <p>NI</p> | <p><i>Bacillus cereus</i>, <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Bacillus megaterium</i>, <i>Lactobacillus casei</i>, <i>Micrococcus luteus</i>, <i>Micrococcus roseus</i>, <i>Staphylococcus albus</i>, <i>Staphylococcus epidermidis</i>, <i>Streptococcus faecalis</i>, <i>Streptococcus pneumoniae</i>, <i>Agrobacterium tumefaciens</i>, <i>Citrobacter freundii</i>, <i>Enterobacter aerogenes</i>, <i>Escherichia coli</i>, <i>Klebsiella pneumoniae</i>, <i>Neisseria gonorrhoeae</i>, <i>Proteus mirabilis</i>, <i>Proteus vulgaris</i>, <i>Pseudomonas aeruginosa</i>, <i>Salmonella Typhi</i>, <i>Serratia marcescens</i></p> |
| | <p><i>Nauclea obovata</i> Wall.</p> | <p>Éter de petróleo</p> | <p><i>Bacillus cereus</i>, <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Bacillus megaterium</i>, <i>Lactobacillus casei</i>, <i>Micrococcus luteus</i>, <i>Micrococcus roseus</i>, <i>Staphylococcus albus</i>, <i>Staphylococcus epidermidis</i>, <i>Streptococcus faecalis</i>, <i>Streptococcus pneumoniae</i>, <i>Agrobacterium tumefaciens</i></p> |

| | | | |
|-----------------------|---|--|--|
| | | | <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Neisseria gonorrhoeae</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Serratia marcescens</i> |
| Phyllanthaceae | <i>Phyllanthus columnaris</i> Mull.Arg. | Metanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Candida parapsilosis</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Candida krusei</i> , <i>Candida glabrata</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> , <i>Streptococcus oralis</i> , <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Porphyromonas gengivalis</i> , <i>Fusobacterium</i> |
| | <i>Uapaca guineensis</i> Muell. Arg. | Metanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Providencia stuartii</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| | <i>Phyllanthus emblica</i> L. | Etanol | NI |
| | <i>Bridelia micrantha</i> Baill | Metanol; água | HIV |
| Burseraceae | <i>Dacryodes edulis</i> [G. Don] H.J. Lam | Metanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Providencia stuartii</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| | <i>Dacryodes klaineana</i> (Pierre) H.J.Lam | Etanol; água | <i>Candida albicans</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus B</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Shigella flexneri</i> |
| | <i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett. | Água | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| | <i>Boswellia dalzielii</i> Hutch. | Água destilada | <i>Candida albicans</i> , <i>Microsporum audouinii</i> , <i>Trichophyton errucosum</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| Ebenaceae | <i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst ex a. DC | Metanol; éter de petróleo; etanol; clorofórmio | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i> |

| | | | |
|----------------------|---|--|---|
| | <i>Diospyros melanoxylo</i> Roxb. | Acetato de etila; Metanol; éter de petróleo; etanol; clorofórmio | <i>Aspergillus niger</i> , <i>Trichosporon rubrum</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Candida viz.</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Candida krusei</i> , <i>Candida parapsilosis</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Vibrio cholerae</i> |
| Berberidaceae | <i>Berberis aristata</i> DC. | Água destilada | <i>Candida albicans</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Shigella flexneri</i> |
| | <i>Berberis hispanica</i> Boiss. & Reut. | Etanol; hexano; acetona; água | <i>Staphylococcus aureus</i> |
| | <i>Berberis vulgari</i> L. | Butanol; etanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> |
| | <i>Berberis Hispanica</i> Boiss. & Reuter | Etanol | <i>Mycobacterium smegmatis</i> , <i>Mycobacterium aurum</i> |
| Clusiaceae | <i>Mammea americana</i> L. | Água destilada; etanol | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> |
| | <i>Garcinia Kola</i> Heckel | Água; água destilada | <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> |
| Fagaceae | <i>Castanea sativa</i> Mill. | NI | <i>Chlamydia spp.</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| | <i>Quercus incana</i> Bartram | | <i>Candida albicans</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Microsporium canis</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Candida glabrata</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas</i> |

| | | | |
|-------------------|--|----------------------------|--|
| | | | <i>aeruginosa, Bacillus subtilis, Streptococcus pyogenes</i> |
| | <i>Quercus suber</i> L. | Metanol | <i>Candida albicans</i> |
| | <i>Lithocarpus celebicus</i> (Mig) Rehd. | NI | <i>Bacillus cereus, Bacillus subtilis, Bacillus megaterium, Lactobacillus casei, Micrococcus luteus, Micrococcus roseus, Staphylococcus albus, Staphylococcus epidermidis, Streptococcus faecalis, Streptococcus pneumoniae, Agrobacterium tumefaciens, Citrobacter freundii, Enterobacter aerogenes, Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, Neisseria gonorrhoeae, Proteus mirabilis, Proteus vulgaris, Pseudomonas aeruginosa, Salmonella Typhi, Serratia marcescens</i> |
| Rhamnaceae | <i>Ziziphus spina-christi</i> L. | Etanol; metanol | <i>Aspergillus fumigatus, Syncephalastrum racemosum, Geotricum candidum, Candida albicans, Streptococcus pneumoniae, Bacillus subtilis, Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli, Salmonella typhi, Klebsiella pneumoniae, proteus mirabilis, Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis, Streptococcus pyogenes, Propionibacterium acnes</i> |
| | <i>Sarcomphalus joazeiro</i> (Mart.) | Água destilada | <i>Candida albicans, Candida tropicalis, Streptococcus mutans, Enterococcus faecalis, Staphylococcus epidermidis, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli</i> |
| Rutaceae | <i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack | Clorofórmio; metanol; água | <i>Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Bacillus subtilis, Bacillus megaterium, Shigella boydii, Escherichia coli, Salmonella typhi, Erwinia spp., Vibrio cholerae, Proteus mirabilis, Serratia spp., Salmonellaspp., Pseudomonas spp.</i> |
| | <i>Chloroxylon swietenia</i> DC. | Metanol | <i>Candida albicans, Candida tropicalis, Staphylococcus</i> |

| | | | |
|--------------------|--|--|---|
| | | | <i>aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| | <i>Clausena heptaphylla</i> (Roxb. ex DC.) E. Steud. | Etanol | <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus polymyxa</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Klebsiella</i> sp., <i>Shigella flexneri</i> , <i>Shigella sonnei</i> , <i>Proteus</i> sp., <i>Escherichia coli</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| | <i>Harrisonia perforata</i> (Blanco) Merr. | Etanol | NI |
| Sapotaceae | <i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Humb. ex Roem. & Schult.) | Etanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Streptococcus oralis</i> , <i>Streptococcus salivarius</i> , <i>Streptococcus parasanguinis</i> |
| | <i>Chrysophyllum albidium</i> G. Don | Água destilada; metanol | <i>Staphylococcus aureus</i> |
| | <i>Vitellaria paradoxa</i> (Gaertn. f.) | Álcool de petróleo | <i>Salmonella pneumoniae</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella Typhi</i> |
| | <i>Tridesmostemon omphalocarpoides</i> Engl. | Acetato de etila | <i>Candida albicans</i> , <i>Candida krusei</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Streptococcus faecalis</i> , <i>Salmonella Typhi</i> |
| Verbenaceae | <i>Citharexylum Spinosum</i> L. | Éter de petróleo; clorofórmio; metanol; água destilada | <i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus subtilis</i> |
| | <i>Vitex negundo</i> L. | Metanol | <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Pseudomonas putida</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> |
| | <i>Gmelina arborea</i> (Roxb) | Água destilada; clorofórmio; | <i>Candida viz.</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Candida krusei</i> , <i>Candida parapsilosis</i> , <i>Candida tropicalis</i> , |

| | | | |
|----------------------|--|--|---|
| | | etanol; acetona; hexano | <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Salmonella Typhi</i> |
| Salvadoraceae | <i>Salvadora oleoides</i> Decne. | Etanol; clorofórmio | <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Streptomyces griseus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Staphylococcus lentus</i> |
| | <i>Salvadora persica</i> Wall. | Água; etanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| Asteraceae | <i>Chromolaena odorata</i> (L. f.) King and Robinson | Etanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> |
| | <i>Vernonia tenoreana</i> Oliv. | Metanol; água | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus faecalis</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Proteus vulgaris</i> |
| | <i>Vernonia stipulacea</i> Klatt. | Metanol; água | HIV |
| Bombacaceae | <i>Bombax ceiba</i> L. | Metanol; etanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Xanthomonas maltophilia</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Bacillus subtilis</i> |
| | <i>Bombax malabaricum</i> DC | Éter de petróleo; clorofórmio; acetona; álcool; água | <i>Aspergillus niger</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| | <i>Adansonia digitata</i> L. | Água destilada | <i>Candida albicans</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella</i> sp., <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus anthracis</i> |
| Lecythidaceae | <i>Barringtonia acutângula</i> (L.) Gaertn | Metanol | <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Vibrio mimicus</i> |

| | | | |
|----------------------|--|---|---|
| | <i>Chydenanthus excelsus</i> (Blume) Miers | Metanol | <i>Salmonella</i> Typhosa, <i>Clostridium tetani</i> , <i>Neisseria gonorrhoeae</i> , <i>Treponema pallidum</i> , <i>Coxiella burnetii</i> , <i>Clostridium tetani</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Bacillus anthracis</i> , <i>Propionibacterium acnes</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>Streptococcus mutans</i> , <i>Agrobacterium tumefaciens</i> , <i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas solanacearum</i> , <i>Chlamydia trachomatis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> |
| | <i>Barringtonia racemosa</i> (Lam.) | Etanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Proteus sp.</i> |
| Thymelaeaceae | <i>Lasiosiphon eriocephalus</i> Decne | Água destilada; metanol; etanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| | <i>Tiliacora triandra</i> (Colebr.) Diels | Etanol | NI |
| | <i>Aquilaria agallocha</i> Roxb. | Metanol; água | <i>Shigella flexneri</i> , <i>Brevibacillus brevis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus subtilis</i> |
| | <i>Trema orientalis</i> L. | Clorofórmio; acetato de etila; metanol; água; n-hexano | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus mirabilis</i> |
| Ulmaceae | <i>Holoptelea integrifolia</i> (Roxb.) Planch | Etanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Cryptococcus albidus</i> , <i>Trichophyton rubrum</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus spinulose</i> , <i>Aspergillus terreus</i> , <i>Aspergillus nidulans</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Staphylococcus pneumonia</i> |
| Annonaceae | <i>Annona coriacea</i> Mart. | NI | <i>Cryptococcus gattii</i> , <i>Cryptococcus neoformans</i> |
| | <i>Uvaria afzelii</i> L. | Clorofórmio; n-hexano | <i>Mycobacterium tuberculosis</i> |

| | | | |
|-----------------------|---|--|--|
| | <i>Enantia chlorantha</i> Oliv. | Água | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella</i> Typhimurium, <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| | <i>Uvaria hamiltonii</i> Hook f. and Thomson | Éter de petróleo; diclorometano; metanol | <i>Aeromonas hydrophilia</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella</i> sp., <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella</i> Paratyphi, <i>Salmonella</i> Typhi, <i>Sarcina lutea</i> , <i>Shigella boydii</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Shigella flexneriae</i> , <i>Shigella sonnei</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Vibrio mimicus</i> , <i>Vibrio parahemolyticus</i> |
| | <i>Uvaria chamae</i> P. Beauv | NI | NI |
| Celastraceae | <i>Tripterygium regelii</i> Sprag. & Takeda | Metanol; água | hepatitis C Virus (HCV) |
| | <i>Elaeodendron transvaalensis</i> Jacq. | Metanol; água | HIV |
| Cornaceae | <i>Curtisia dentata</i> (Burm. f.) C.A. Sm. | Diclorometano; acetona; álcool; etanol; água | <i>Escherichia coli</i> , <i>Acinetobacter</i> spp., <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus pumilus</i> , <i>Enterobacter faecalis</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Serratia mercenscens</i> , <i>Acinetobacter calcaocenticus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> |
| Icacinaceae | <i>Cassinopsis ilicifolia</i> (Hochst.) Sleumer | Etanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> |
| | <i>Raphiostylis Beninensis</i> (Hook.f. ex Planch.) Planch. ex Benth. | n-hexano; metanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Salmonella</i> Typhi, <i>Staphylococcus aureus</i> |
| Lythraceae | <i>Lagerstroemia indica</i> L. | Água destilada; metanol; clorofórmio; éter de petróleo | <i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i> |
| | <i>Lawsonia inermis</i> L. | Etanol | NI |
| Menispermaceae | <i>Cocculus laurifolius</i> DC. | Éter de petróleo; clorofórmio; metanol; água destilada | <i>Aspergillus niger</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus subtilis</i> |
| Myristicaceae | <i>Myristica fragrans</i> Houtt. | Etanol; água | <i>Candida tropicalis</i> , <i>Trichophyton mentagrophytes</i> , |

| | | | |
|------------------|---|---|--|
| | | | <i>Trichoderma viride</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus B</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Shigella flexneri</i> |
| | <i>Coelocaryon klainei</i> Pierre ex Heckel | Metanol | <i>Candida tropicalis</i> , <i>Trichophyton mentagrophytes</i> , <i>Trichoderma viride</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus faecalis</i> , <i>Streptococcus pyrogenus</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> |
| Olacaceae | <i>Ximenia americana</i> L. | Água destilada | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Escherichia coli</i> |
| | <i>Coula edulis</i> Baill. | Etanol; acetona | <i>Candida albicans</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Listeria innocua</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Staphylococcus camorum</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella enterica</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Neisseria gonorrhoeae</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Salmonella spp.</i> , <i>Neisseria meningitidis</i> |
| Pinaceae | <i>Picea mariana</i> (Mill.) Britton, Sterns & Poggenburg | Água; etanol; metanol | <i>Escherichia coli</i> |
| | <i>Pinus roxburghii</i> Sarg. | Éter de petróleo; água destilada; etanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> |
| | <i>Pinus wallichiana</i> . A. B | Éter de petróleo; água destilada; etanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> |
| | <i>Pinus gerardiana</i> Wall. ex D. Don | Éter de petróleo; água | <i>Candida albicans</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , |

| | | | |
|-----------------------|---|---|--|
| | | destilada; etanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> |
| Calophyllaceae | <i>Mammea suriga</i> (Buch.-Ham. ex Roxb.) Kosterm. | Éter de petróleo; água destilada; etanol; água destilada; metanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Cryptococcus neoformans</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Serratia marcescens</i> |
| Eupomatiaceae | <i>Eupomatia laurina</i> R.Br. | NI | <i>Aspergillus niger</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Trichophyton mentagrophytes</i> ; <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Micrococcus roseus</i> , <i>Staphylococcus albus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Streptococcus faecalis</i> , <i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>Agrobacterium tumefaciens</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Neisseria gonorrhoeae</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Serratia marcescens</i> |
| Alangiaceae | <i>Alangium salvifolium</i> Wang. | Metanol | <i>Mycobacterium tuberculosis</i> |
| Loganiaceae | <i>Strychnos nux-vomica</i> L. | Etanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Cryptococcus albidus</i> , <i>Trichophyton rubrum</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus spinulose</i> , <i>Aspergillus terreus</i> , <i>Aspergillus nidulans</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Staphylococcus pneumoniae</i> |
| Iridaceae | <i>Zygotritonia crocea</i> Stapf. | NI | <i>Candida albicans</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Microsporum</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Salmonella Typhosa</i> , <i>Escherichia coli</i> , |

| | | | |
|-----------------------|--|---|---|
| | | | <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Bacillus subtilis</i> |
| Dilleniaceae | <i>Tetracera alnifolia</i> Willd. | Clorofórmio; n-hexano | <i>Mycobacterium tuberculosis</i> |
| Araliaceae | <i>Polyscias fulva</i> Hiern. | Diclorometano; metanol; acetato de etila; n-butanol | <i>Microsporum audouinii</i> , <i>Trichophyton rubrum</i> , <i>Trichophyton ajelloi</i> , <i>Trichophyton equinum</i> , <i>Trichophyton mentagrophytes</i> , <i>Trichophyton terrestre</i> , <i>Trichophyton Microsporum gypseum</i> , <i>Epidermophyton floccosum</i> |
| Areaceae | <i>Ancistrophyllum secundiflorum</i> L. | Água | <i>Acremonium strictum</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Curvularia lunata</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>Rhizopus oryzae</i> |
| Asclepiadaceae | <i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T.Aiton. | Água; n-hexano; éter de petróleo; clorofórmio | <i>Microsporum</i> spp., <i>Trichophyton</i> spp., |
| | <i>Decalepis hamiltonii</i> Wight & Arn. | Água destilada | <i>Candida albicans</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> |
| Balanitaceae | <i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Delile | Etanol | <i>Escherichia coli</i> |
| Betulaceae | <i>Alnus incana</i> (L.) Moench | Metanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Pseudomonas tolaasii</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Streptococcus faecalis</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Micrococcus flavus</i> , <i>Sarcina lutea</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> |
| | <i>Alnus viridis</i> (Chaix) DC. | Metanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Pseudomonas tolaasii</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus</i> |

| | | | |
|-----------------------|---|---------------------------------|--|
| | | | <i>epidermidis</i> , <i>Streptococcus faecalis</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Micrococcus flavus</i> , <i>Sarcina lutea</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> |
| Boraginaceae | <i>Cordia macleodii</i> Hook. f. & Thoms. | Metanol | <i>Aspergillus niger</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> |
| Humiriaceae | <i>Saccoglotys gabonensis</i> (Baill.) Urb. | Etanol; água | <i>Candida albicans</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus B</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Shigella flexneri</i> |
| Caricaceae | <i>Carica papaya</i> Linn. | Etanol | <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Sarcina lutea</i> , <i>Salmonella Paratyphi</i> , <i>Vibrio parahaemolyticus</i> , <i>Vibrio mimicus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Shigella boydii</i> |
| Casuarinaceae | <i>Casuarina equisetifolia</i> L. | Etanol | <i>Propionibacterium acnes</i> |
| Papilionaceae | <i>Dalbergia sissoo</i> Roxb. | Etanol | <i>Propionibacterium acnes</i> |
| Curtisiaceae | <i>Curtisia dentata</i> (Burm. f.) C.A. Sm. | Água destilada; etanol; acetona | <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Shigella sonnei</i> , <i>Streptococcus pyogens</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> |
| Elaeagnaceae | <i>Elaeagnus angustifolia</i> L. | Metanol | <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Aspergillus flavis</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> |
| Elaeocarpaceae | <i>Muntingia calabura</i> L. | Metanol | <i>Bacillus cereus</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Serratia marcescens</i> |
| Ericaceae | <i>Arbutus andrachne</i> L. | Metanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> |

| | | | |
|-----------------------|--|---|---|
| Malpighiaceae | <i>Hiptage benghalensis</i> L. Kurz | Éter de petróleo; acetona; anol; água | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella Typhi</i> |
| Hamamelidaceae | <i>Hamamelis virginiana</i> L. | Etanol | HPV |
| Juglandaceae | <i>Juglans regia</i> L. | Etanol; água | <i>Candida albicans</i> , <i>Trichophyton rubrum</i> , <i>Trichophyton mentagrophytes</i> , <i>Microsporum canis</i> |
| Myricaceae | <i>Morella salicifolia</i> (A.Rich.) Verdc. & Polhill | Éter de petróleo; clorofórmio; metanol | <i>Aspergillus niger</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus agalactiae</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Shigella flexneri</i> |
| Nyctaginaceae | <i>Pisonia grandis</i> R.Br. | n-hexano; acetato de etila; etanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> |
| Ochnaceae | <i>Brackenridgea zanguebarica</i> Oliv. | Etanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Staphylococcus saprophyticus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>E. coli</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Burkholderia pseudomallei</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> |
| Plumbaginaceae | <i>Plumbago dawei</i> Rolfe. | Metanol | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| Polygalaceae | <i>Securidaca longepedunculata</i> Fresen. | Metanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> |
| Polygonaceae | <i>Calligonum azel</i> Maire | Metanol | <i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Bacillus cereus</i> |

| | | | |
|-----------------------|---|--|---|
| Primulaceae | <i>Embelia schimperi</i> Vatke | Diclorometano; metanol | <i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus mirabilis</i> |
| Punicaceae | <i>Punica granatum</i> Linn. | Água destilada; álcool | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus saprophyticus</i> , <i>Staphylococcus coagulase</i> , <i>Staphylococcus saprophyticus</i> |
| Quillajaceae | <i>Quillaja saponaria</i> Molina | Água destilada | <i>Escherichia coli</i> |
| Rhizophoraceae | <i>Rhizophora apiculata</i> Blume | Acetona | <i>Trichoderma viride</i> , <i>Rhizopus sp.</i> , <i>Mucor sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>Tricophyton rubrum</i> , <i>Microsporum canis</i> , <i>Tricophyton mentagrophytes</i> , <i>Fusarium oxysporium</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>Microsporum gypseum</i> , <i>Proteus mirabilis</i> |
| Santalaceae | <i>Santalum album</i> L. | Álcool | <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| Sapindaceae | <i>Litchi chinensis</i> Sonn. | Metanol; acetato de etila | <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Nocardia asteroides</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Bacillus subtilis</i> |
| Simaroubaceae | <i>Samadera indica</i> Gaertn. | Éter de petróleo; clorofórmio; metanol; água destilada | NI |
| Sonneratiaceae | <i>Sonneratia caseolaris</i> L. | Benzeno; clorofórmio; metanol; água; hexano | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> |
| Sterculiaceae | <i>Pterygota macrocarpa</i> K.Schum. | Etanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> |
| | <i>Cola gigantea</i> A.Chev. | Etanol | <i>Candida albicans</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> |
| | <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. | NI | <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Salmonella sp.</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| Symplocaceae | <i>Symplocos paniculata</i> Miq. | NI | <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Micrococcus roseus</i> , <i>Staphylococcus albus</i> , |

| | | | |
|----------------------|--|---------|---|
| | | | <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Streptococcus faecalis</i> , <i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>Agrobacterium tumefaciens</i> , <i>Citrobacter freundii</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Neisseria gonorrhoeae</i> , <i>Proteus mirabilis</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Salmonella Typhi</i> , <i>Serratia marcescens</i> |
| Salicaceae | NI | NI | NI |
| Vitaceae | <i>Cissus populnea</i> (Guill. and Per) | NI | <i>Candida albicans</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> |
| Zingiberaceae | <i>Aframomum citratum</i> (C.Pereira) K.Schum. | Metanol | <i>Providencia stuartii</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> |

Em que: Ni = não identificado. Fonte: do autor (2021)

ARTIGO 2 – Ação antimicrobiana dos taninos extraídos das cascas de árvores como inibidor do desenvolvimento de bactérias associadas a mastite bovina

Ucella Filho, J. G. M^{1.}; Lorenço, M. S.^{1.}; Souza, E. C.^{2.}; Costa, G. M.^{3.}; Piccoli, R. H.^{4.}; Mori, F. A.¹

¹ Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais, 37200-900, Lavras, MG, Brasil. *16joaoucella@gmail.com

² Universidade de São Paulo, Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 13418-900, Piracicaba, SP, Brazil.

³ Universidade Federal de Lavras, Departamento de Medicina Veterinária, 37200-900, Lavras, MG, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências dos Alimentos, 37200-900, Lavras, MG, Brasil.

RESUMO

Mastite bovina, causada majoritariamente por bactérias, é doença recorrente em gados leiteiros no mundo que vem preocupando diferentes órgãos de saúde devido a resistência microbiana ao uso de antibióticos utilizados para o tratamento desta enfermidade. Com isso, a busca por novos princípios ativos, em especial de origem natural, para fabricação de fitoterápicos, se fazem cada vez mais importante. Desse modo, este trabalho objetivou-se em quantificar os taninos condensados presentes nas cascas de espécies arbóreas e avaliar atividade antibacteriana destas substâncias, frente a isolados clínicos e subclínicos da mastite bovina. Foram utilizadas cascas das espécies *Mimosa tenuiflora* Willd, *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth., *Anacardium occidentale* L. e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville., assim como tanino comercial da *Acacia mearnsii* Wild. Os taninos foram extraídos por solução composta por álcool etílico e acetona e, em seguida, quantificados o Índice de Stiasny (I), teor de sólidos totais (TST) e taninos condensados (TTC). A avaliação da atividade antimicrobiana foi determinada por meio do teste de difusão em disco com cepas de *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus* spp. coagulase negativa; *Streptococcus uberis*; *Streptococcus agalactiae* e *Escherichia coli*. As espécies que apresentaram maior TTC foram a *M. tenuiflora* e *A. occidentale*, com 37,31 e 37,27%, respectivamente. Os maiores I foram obtidos pelas espécies *A. occidentale* e *M. caesalpiniiifolia* com valores superiores a 90%. A bactéria com menor resistência ao uso dos taninos foi a *Streptococcus uberis*. *Acacia mearnsii* obteve melhor desempenho bioativo, sendo a única capaz de inibir o desenvolvimento da *Escherichia coli*, com halo de inibição médio de 9 mm. Todas as espécies em estudo apresentaram valores elevados de taninos condensados presentes nas cascas, além disso, demonstraram bons desempenhos como agentes antimicrobianos, apontando potencial de aplicação para desenvolvimentos de medicamentos naturais para tratamento da mastite bovina.

Palavras-chave: Fitoterápicos, substâncias tânicas, microrganismos patogênicos, medicina veterinária.

Antimicrobial action of tannins extracted from tree bark as an inhibitor of the development of bacteria associated with bovine mastitis

ABSTRACT

Bovine mastitis, caused mainly by bacteria, is a recurrent disease in dairy cattle around the world that has been worrying different health agencies due to microbial resistance to the use of antibiotics used for the treatment of this disease. Therefore, the search for new active principles, especially those of natural origin, for the manufacture of phytotherapics is becoming increasingly important. Thus, this study aimed to quantify the condensed tannins present in the barks of tree species and to evaluate the antibacterial activity of these substances against clinical and subclinical isolates of bovine mastitis. Barks of the species *Mimosa tenuiflora* Willd, *Mimosa caesalpinifolia* Benth, *Anacardium occidentale* L. and *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville was used, as well the commercial tannin from *Acacia mearnsii* Wild. The tannins were extracted by solution composed of ethyl alcohol and acetone and then quantified the Stiasny Index (IS), total solid content (TST), and condensed tannins (TTC). The evaluation of the antimicrobial activity was determined by means of the disc diffusion test with strains of *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus* spp. coagulase negative.; *Streptococcus uberis*; *Streptococcus agalactiae* and *Escherichia coli*. The species that presented the highest TTC were *M. tenuiflora* and *A. occidentale*, with 37.31 and 37.27%, respectively. The highest IS was obtained by the species *A. occidentale* and *M. caesalpinifolia* with values greater than 90%. The bacteria with the lower resistance to the use of tannins was *Streptococcus uberis*. *A. mearnsii* obtained the best bioactive performance, being the only one capable of inhibiting the development of *Escherichia Coli*, with an average halo of inhibition of 9 mm. All the species studied presented high values of condensed tannins present in the bark, and also demonstrated good performance as antimicrobial agents, indicating potential application for the development of natural medicines for the treatment of bovine mastitis.

Keywords: Phytotherapeutic, tannic substances, pathogenic microorganisms, veterinary medicine

1. INTRODUÇÃO

A mastite bovina é considerada um dos principais problemas sanitários nos animais destinados a produção de leite, do qual tem por característica a inflamação da glândula mamária causada por microrganismos patogênicos, dos quais 90% são bactérias, destacando-se as do grupo coliformes e as dos gêneros *Streptococcus* e *Staphylococcus* (SPANAMBERG et al., 2008; LANGONI et al., 2017; DEGO, 2020). Essa doença acarreta perdas econômicas nas fazendas leiteiras, promovendo a diminuição na produção de leite e aumento nos gastos com assistência veterinária e nas taxas de abate e morte dos animais (MELCHIOR; VAARKAMP; FINK-GREMMELS, 2006; DEGO, 2020; ABUELO et al., 2020).

Para o controle dos processos infecciosos causados pelas bactérias associadas a mastite utilizam-se antibióticos. Entretanto, o uso excessivo e muitas vezes descontrolado dessas substâncias tem levado ao rápido surgimento de cepas resistente a eles, sendo considerado um problema de saúde pública, uma vez que esses microrganismos chegam facilmente aos seres humanos via cadeia de processamento de alimentos. O fato é tão preocupante que em 2016 a Organização Mundial da Saúde (OMS) lançou o programa *OIE Strategy on Antimicrobial Resistance*, onde se é discutido padrões e diretrizes para o uso responsável de antimicrobianos em animais e a observância do aparecimento de cepas resistentes a eles (WHO, 2016).

Diante desse cenário, a busca por alternativas terapêuticas para diminuir o uso de antimicrobianos e a emergência de resistência antimicrobiana na produção leiteira são prioridade em medicina veterinária e saúde pública (KRÖMKER; LEIMBACH, 2017). Diversas são as alternativas propostas para o tratamento da mastite bovina, dentre elas encontra-se a utilização de óleos essenciais, bactérias lácticas, substâncias de origem animal como a própolis e compostos derivados de plantas (CHENG; HAN, 2020; LOPES et al., 2020). Nesse contexto, destacam-se os taninos (PEREIRA et al., 2018).

Os taninos são polifenóis pertencentes ao grupo dos metabólicos secundários, classificados quimicamente em hidrolisáveis e condensados, sendo amplamente encontrados nas madeiras, cascas, folhas e frutos de espécies vegetais, principalmente as lenhosas (PIZZI, 2019). O uso de tanantes, produzidos em escala comercial e com alto nível tecnológico, tem sido cada vez mais comum, tendo potencial de aplicação na fabricação de adesivos naturais (ARAÚJO et al., 2021), no tratamento de água de efluentes (BELLO et al., 2020) e na indústria farmacêutica. As substâncias tânicas se apresentam como opção para a fabricação de fitofármacos, em virtude das suas propriedades antioxidantes, antiviral, antitumoral, antifúngica e antibacteriana (LÓPEZ-ANDRÉS et al., 2013; FREITAS et al., 2018; PIZZI, 2019).

Atualmente a espécie *Stryphnodendron adstringens*, conhecida populamente como barbatimão, se destaca quanto ao uso dos taninos presente em sua casca na fabricação de remédios fitoterápicos, porém, existe a necessidade da descoberta de novas espécies que possam ser utilizadas para o mesmo fim, podendo se tornar alternativa eficaz para o tratamento de diversas doenças incluindo patologias em animais domésticos. Dessa forma, faz-se importante a investigação de novos agentes antimicrobianos de origem natural, destacando-se espécies arbóreas que são comumente usadas na medicina popular brasileira, visando o aumento das opções terapêuticas indicadas para o tratamento de animais infectados com microrganismos causadores da mastite bovina, através da utilização de fitoterápicos e com eficácia comprovada para as mesmas indicações terapêuticas dos medicamentos sintéticos.

Desse modo, esta pesquisa teve por objetivo: i) quantificar a concentração de taninos condensados das cascas da *Mimosa tenuiflora* Willd, *Mimosa caesalpinifolia* Benth., *Anacardium occidentale* L., *Acacia mearnsii* De Wild e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) e ii) determinar as propriedades antibacterianas dos taninos frente a isolados clínicos e subclínicos da mastite bovina.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta e preparação das cascas

Foram coletadas amostras compostas das cascas de 4 indivíduos de *Mimosa tenuiflora* Willd, *Mimosa caesalpinifolia* Benth., *Anacardium occidentale* L. e *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville, espécies arbóreas comumente encontradas em florestas secas do Brasil, com diâmetro altura do peito (DAP) médio 13,8, 10,2, 44,8 e 15,9 cm, respectivamente. Para a *Acacia mearnsii* Wild. foi utilizado o tanino comercial. Após a coleta, as cascas foram secas em estufa solar até ser observado à ausência de umidade e em seguida foram submetidas a moagem em um moinho do tipo Willey, para obtenção de um material de menor granulometria. Em seguida, foram classificadas usando apenas a porção que passou pela peneira de 35 “mesh” e 60 “mesh” (0,25 mm) classificada.

2.2 Determinação do teor de umidade das cascas, extração e quantificação dos taninos

A determinação do teor de umidade (TU) das cascas foi estimada inicialmente com o intuito de compensar a massa úmida delas para ser aplicada no processo de extração dos taninos. Para tanto, foram pesados 2g de casca de cada espécie em estudo e levado a estufa com circulação de ar a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24h. Após este período foi determinado o peso seco e

o TU calculado (Eq. 1).

$$\text{(Eq. 1)} \quad \text{TU} = \left(\frac{\text{peso seco}}{\text{peso úmido}} \right) \times 100$$

Para a extração dos taninos foram utilizados 10 g das cascas de cada espécie e 100 mL de solução composta por etanol e acetona (80:20 V/V). Em seguida, em um becker de vidro foi misturado o substrato com a solução e deixado acondicionado por 24 h. Após a extração, o material foi filtrado a vácuo com funil de vidro sinterizado de porosidade n°2. Para o estudo da ação antimicrobiana, o líquido foi depositado em um balão de vidro de 250 mL e levado para a evaporação em um evaporador rotativo a 60°C. Por fim, o líquido foi congelado e em seguida liofilizados para obtenção dos taninos em pó. A quantificação do teor de taninos condensados (TTC), sólidos totais (TST) e Índice de Stiasny (I) foi realizado seguindo a metodologia proposta por Sartori et al. (2014) e Sartori et al. (2018).

Para determinação do TST três alíquotas de 20 mL de cada extrato foram acondicionadas em estufa a 103 ± 2 °C por 48 horas e em seguida pesado em balança de precisão para obtenção do valor da massa final (Eq. 2)

$$\text{(Eq. 2)} \quad \text{TST}(\%) = \frac{M_1 - M_2}{M_2} \times 100$$

Em que:

TST = Teor de sólidos totais (%);

M_1 = Massa inicial (g);

M_2 = Massa final (g).

Para a determinação do teor de taninos condensados (TTC) de cada espécie, foi empregado o método de Stiasny, relatado por Guangcheng; Yunlu; Yazaki (1991) com algumas adaptações. Para tanto, foram utilizados 20 mL do extrato bruto e acrescentado 10 mL de água destilada. Em seguida, foram adicionados 4 mL de formaldeído (37% m/m) e 2 mL de HCl 10 N. Cada mistura foi submetida à fervura sob refluxo por 35 minutos. Nestas condições, os taninos formaram complexos insolúveis que podem ser separados por filtração simples. O extrato foi filtrado em cadinho de vidro sinterizado de porosidade n°2 e encaminhado a estufa a 103 ± 2 °C por 24 horas, para em seguida ser calculado o índice de Stiasny (Eq. 3). Após a determinação do índice de Stiasny foi calculado o teor de taninos condensados (Eq. 4).

$$\text{(Eq. 3)} \quad \text{I}(\%) = \left(\frac{M_2}{M_1} \right) \times 100$$

Em que:

I = Índice de Stiasny (%);

M1 = Massa de sólidos em 20 mL de extrato;

M2 = Massa seca do precipitado tanino – formaldeído

$$\text{(Eq. 4)} \quad \text{TTC (\%)} = \frac{\text{TST} \times \text{I}}{100}$$

Em que:

TTC = Teor de taninos condensados (%);

TST = Teor de sólidos totais (Equação 1);

I = Índice de Stiasny

2.3 Avaliação da atividade antimicrobiana

2.3.1 Microrganismos, ativação e padronização dos inóculos

Cepas de *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis*, *Staphylococcus* spp. coagulase negativa e *Escherichia coli*, pertencente ao banco de bactérias do laboratório de Bacteriologia de Medicina Veterinária localizado na Universidade Federal de Lavras – UFLA foram utilizados neste estudo (Tabela 1).

Tabela 1. Listagem das bactérias, isolados clínicos e subclínicos, utilizadas no teste antimicrobiano.

| Bactérias | Nº de referência |
|---|------------------|
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 1080; 1112; 1128 |
| <i>Streptococcus uberis</i> | 24A; 42 |
| <i>Staphylococcus</i> spp. coagulase negativa | 740; 772; 796 |
| <i>Escherichia coli</i> | 11R; 20PJ; 124 |
| <i>Streptococcus agalactiae</i> | 1072; 1097; 1026 |

Fonte: do autor (2021)

As cepas foram ativadas transferindo alíquotas das culturas estoque para ágar infusão Cérebro Coração (BHI) com incubação a 37 °C por 24 horas. Para a padronização dos inóculos, após cultivo, a massa celular obtida nas placas foi coletada e transferida para tubos contendo solução salina (0,9% m/v). A padronização foi realizada utilizando-se o tubo 0,5 da escala de Mac Farland ($1,5 \times 10^8$ UFC/mL).

2.3.4 Atividade antimicrobiana dos taninos

A ação antibacteriana dos diferentes taninos foi avaliada empregando-se a técnica de difusão em ágar (CLSI, 2019), com adaptações. Estrias das culturas padronizadas foram semeadas em placas de Petri (150x15 mm) contendo ágar triptona de soja (TSA), para as cepas de *S. aureus*, esfafilococos coagulase negativa e *E. coli* e ágar sangue contendo 5% de sangue de carneiro para as cepas de *S. uberis* e *S. agalactiae*.

Os tratamentos, constituídos dos diferentes extratos tânicos, foram elaborados a partir dos taninos liofilizados, que foram diluídos em água destilada na concentração de 25 mg/mL. Alíquotas de 0,5 µL (dose equivalente a 5,0 mg dos extratos) foram dispensadas nos poços padronizados (6,0 mm de diâmetro) perfurados no meio de cultura. O controle positivo foi realizado pela deposição de disco de ampicilina (10 mcg) no meio da placa. As placas foram incubadas a 37 °C por 24 horas e os halos de inibição formados foram mensurados com auxílio de régua milimétrica. As placas foram divididas em 6 áreas (uma destinada ao controle negativo e cinco aos extratos em estudo) (Apêndice A).

2.4 Análise estatística

Com o objetivo de verificar a eficiência dos taninos como agentes antimicrobianos e determinar qual deles apresentou melhor resultado entre as diferentes espécies de bactérias associadas a mastite bovina, os dados coletados foram tabulados e analisados estatisticamente no Bioestat 5.3 (Ayres et al. 2007) sendo submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando diferentes entre si, foram submetidas ao teste de Tukey, a 5% de significância. Os gráficos foram produzidos utilizando-se o software de análises Origin® 2018, Massachusetts, EUA.

3. RESULTADOS

3.1 Quantificação dos taninos

Os valores percentuais do Índice de Stiasny (IS), teor de taninos condensados (TTC) e sólidos totais (TST) presentes nos extratos das cascas das espécies *S. adstringens*, *M. tenuiflora*, *A. mearnsii*, *M. caesalpiniifolia* e *A. occidentale*, assim como o teor de umidade das cascas, estão presentes na tabela 4. Para o TST, a maior concentração foi encontrada para a espécie *M. tenuiflora*, sendo a única que apresentou valor acima de 2%, enquanto a espécie *M. caesalpiniifolia* foi a que obteve menor concentração, com 1,04%. A concentração de taninos condensados nas cascas das espécies em estudo, substâncias com maior aplicabilidade em escala industrial, foi maior para a *M. tenuiflora* e *A. occidentale*, com valores de 37,31 e

37,27%, respectivamente. Enquanto as espécies *S. adstringens*, *A. mearnsii* e *M. caesalpiniiifolia* obtiveram um valor de TCC variando de 18 a 22%.

Tabela 4 – Teor de umidade (TU), taninos condensados (TTC), sólidos totais (TST) e Índice de Stiasny (IS) dos extratos das cascas de *S. adstringens*, *M. tenuiflora*, *A. mearnsii*, *M. caesalpiniiifolia* e *A. occidentale*.

| Espécies | Parâmetros (%) | | | |
|------------------------------------|----------------|-------|-------|-------|
| | TST | IS | TTC | TU |
| <i>Stryphnodendron adstringens</i> | 1,60 | 89,47 | 22,13 | 14,25 |
| <i>Mimosa tenuiflora</i> | 2,67 | 65,84 | 37,31 | 12,77 |
| <i>Acacia mearnsii</i> | - | 85,68 | 21,42 | - |
| <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> | 1,04 | 93,17 | 18,99 | 10,66 |
| <i>Anacardium occidentale</i> | 1,96 | 94,88 | 37,27 | 16,43 |

Fonte: do autor (2021)

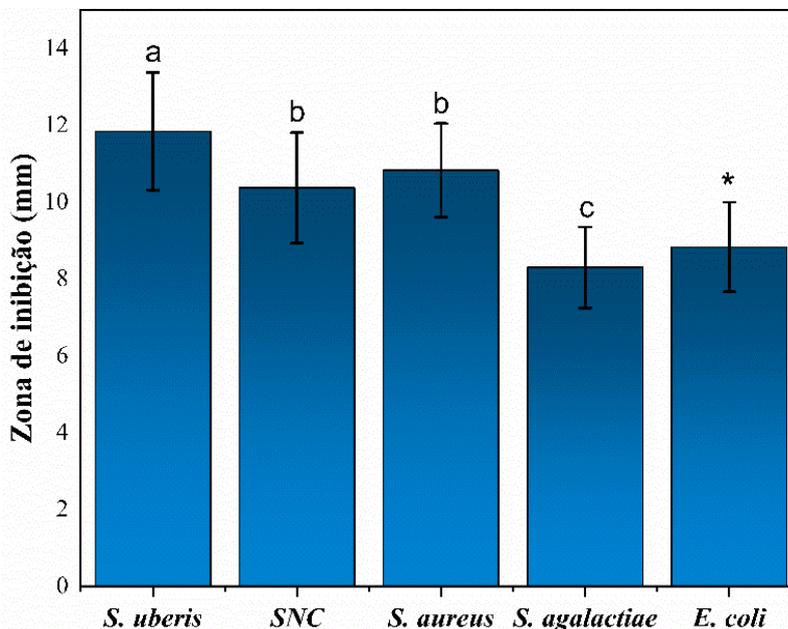
Os percentuais para IS, foram maiores para as espécies *M. caesalpiniiifolia* (93%) e *A. occidentale* (94%). Já a *M. tenuiflora*, apesar de ter se destacado quanto a concentração de taninos, apresentou o menor resultado do IS quando comparados com as demais espécies, com valor abaixo de 70%. Para o teor de umidade, parâmetro que nos indica a quantidade de líquido presente nas cascas e que influência na concentração de taninos presentes no material, foi maior para a espécie *A. occidentale* (16,43%). Os valores de TST e TU não foram contabilizados para a espécie *A. mearnsii*, pois no trabalho foi utilizado o tanino comercial da espécie, sendo cabível de determinação apenas o I e o TCC.

3.2 Atividade antimicrobiana *in vitro* dos taninos sobre as cepas causadoras de mastite bovina

Dentre as bactérias testadas, *S. uberis* foi a mais sensível aos taninos estudados, com halo de inibição médio em torno de 12 mm, seguido das cepas de *S. aureus* (10,8 mm) e *Staphylococcus* spp. coagulase negativa (10,3 mm), onde não foi observado diferença significativa entre a sensibilidade das cepas aos taninos, e *S. agalactiae* (8,3 mm) a menos sensível dentre elas. Já *E. coli*, foi a espécie mais resistente dentre todas as estudadas, sendo inibida apenas pelas substâncias tânicas extraídas das cascas da espécie *A. mearnsii*, com halo de inibição médio em torno de 9 mm (Figura 1). A maior resistência das cepas de *E. coli* a antimicrobianos pode ser observada para o antibiótico utilizado como controle positivo, a ampicilina, onde a médio do halo de inibição foi de 15,33±0,44mm. Já para *S. uberis*; *S. aureus*; *Staphylococcus* spp. coagulase negativa e *S. agalactiae* foram, respectivamente, 32;

29,33±1,15; 27,33±2,3; e 21,33±5,77 mm.

Figura 1. Eficiência dos taninos frente as bactérias isoladas de mastite bovina.



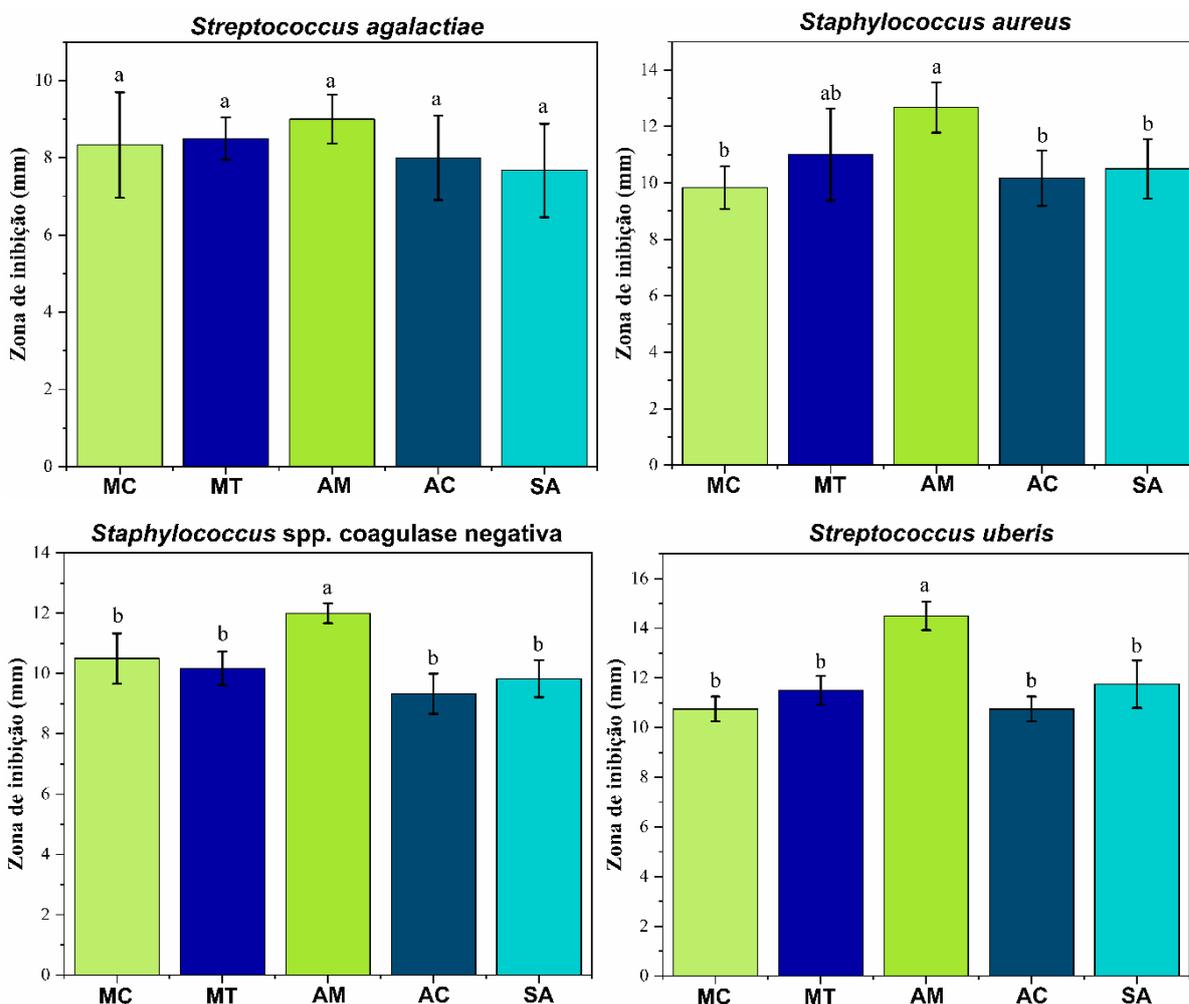
As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: do autor (2021)

Na Figura 2 observam-se os resultados inibitórios dos diferentes taninos sobre as cepas estudadas. Para a *S. agalactiae* nota-se que não houve diferença significativa entre os diâmetros médios dos halos obtidos para essa cepa, sendo em média de 8,3 mm. Já para *S. aureus*, o extrato de *A. mearnsii* apresentou excelente ação inibitória quando comparada aos outros extratos, embora o tamanho do halo de inibição promovido pelo extrato de *M. tenuiflora* não tenha se diferido do de *A. mearnsii*. Já os outros extratos, embora tenham apresentado ação inibitória, essa foi semelhante. Os taninos da *M. tenuiflora* e *A. mearnsii* apresentaram melhores resultados quando comparados com os demais, com halo de inibição médio de 11,2 e 12,6 mm, respectivamente. O tanino de *A. mearnsii* apresentou a atividade inibitória significativamente maior tanto sobre *Staphylococcus* spp. coagulase negativa e *S. uberis* quando comparado com *S. adstringens*, *M. tenuiflora*, *M. caesalpiniiifolia* e *A. occidentale*. O halo inibitório promovido por *A. mearnsii* sobre *S. uberis* foi de 14,5 mm, aproximadamente 3 mm superior as demais espécies, sendo esse resultado muito interessante.

As análises específicas da sensibilidade de cada isolados clínicos e subclínicos ao uso dos taninos podem ser observados no apêndice B. *S. adstringens*, *M. tenuiflora* *M. caesalpiniiifolia* e *A. occidentale* obtiveram zonas de inibição parecidos, sendo as bactérias mais sensíveis ao uso destas substâncias, respectivamente, *Streptococcus uberis*; *Staphylococcus*

spp. coagulase negativa; *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae*. Os taninos da espécie *A. mearnsii* foi o que obteve melhor desempenho em inibir o desenvolvimento bacteriano, sendo também a única capaz de impedir o crescimento das diferentes cepas da espécie *Escherichia coli*.

Figura 2. Comparativo da atividade antimicrobiana dos taninos frente a espécies de bactérias associadas a mastite bovina. Em que: MC= *M. caesalpinifolia*; MT= *M. tenuiflora*; AM= *A. mearnsii*; AC= *A. occidentale*; AS= *S. adstringens*.



As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: do autor (2021)

4. DISCUSSÃO

4.1 Quantificação dos taninos

A determinação do teor de taninos condensados, componentes de fácil extração quando comparados com os hidrolisáveis e com maior interesse comercial, presentes nas diferentes

partes das plantas, se faz importante para indicar o potencial das espécies lenhosas a serem utilizadas para extração destas substâncias para diferentes aplicações em escala industrial. De acordo com Paes et al. (2006), para que uma espécie seja indicada como potencialmente produtora de tanino, é necessário que ela possua valor de TCC superior a 11%. Baseado nesta afirmação, é possível constatar que as espécies *S. adstringens*, *M. tenuiflora*, *M. caesalpinifolia* e *A. occidentale*, apresentaram valores que indicam seu potencial de exploração, com percentuais superiores a 18%.

A. mearnsii, espécie também em estudo nesta pesquisa, já possui plantios comerciais, principalmente no Brasil e África do Sul, destinados exclusivamente para extração dos taninos condensados, que hoje podem ser aplicados para o tratamento de água de efluentes, assim como, para produção de adesivo natural para confecção de painéis de madeira (GRIFFIN et al. 2011; CHAN et al. 2015). Desse modo, ao se fazer um comparativo com o valor de TCC encontrado para esta espécie com as demais em estudo, é possível aferir que todas possuem potencial para serem utilizadas em plantios comerciais destinadas a extração de taninos.

M. tenuiflora e *A. occidentale* foram as espécies que apresentaram maiores valores de TCC, mostrando-se superiores também aos percentuais encontrados por Azevedo et al. (2017) para a *M. tenuiflora*, com teor de taninos condensados nas cascas em torno de 21,9%, e a *A. occidentale* com 19,83%, estimada por Araújo et al. (2017). *M. caesalpinifolia* apresentou a menor TCC quando comparado com as demais espécies em estudo, porém, superior ao encontrado por Azevedo et al. (2017), com valor de 8,38%.

Em relação ao TST, parâmetro que informa a quantidade de extrativos totais presentes na amostra, mostrou-se consideravelmente inferior aos encontrados na literatura (AZEVEDO et al. 2017a; SARTORI et al., 2018). Estas variações positivas na concentração de taninos e os baixos teores de sólidos totais podem estar relacionadas ao método de extração, onde, nos estudos apresentados, foram utilizados água fervente e, na presente pesquisa, etanol e acetona. O uso destes solventes favorece a extração de material com menos resíduos sólidos e maior rendimento em taninos (NAIMA et al., 2015); Período de coleta, localização da retirada das cascas e idade da planta também são fatores que podem ter influenciado nestes resultados encontrados.

O Índice de Stiasny tem a capacidade de fornecer estimativa da quantidade de polifenóis totais nos extratos a partir da reação com o formaldeído, sendo importante critério para determinar a qualidade dos extratos tânicos (GUANGCHENG; YUNLU; YAZAKI, 1991; SARTORI, et al. 2014). Neste caso, a maioria das espécies em estudo apresentou elevado valor de I, sendo *M. tenuiflora* a única que apresentou percentual abaixo de 85%, comparando-se ao

encontrado por Azevedo et al. (2017b), com valor aproximadamente a 70%. Desse modo, o ideal é que para a aplicação nos diferentes seguimentos industriais, assim como exemplo as farmacêuticas, os extratos apresentem elevado valor de I, pois este parâmetro está ligado diretamente a pureza do material e conseqüentemente a inexistências de outras substâncias indesejáveis como açúcares e gomas.

4.2 Atividade antimicrobiana

Os taninos avaliados demonstraram boa eficiência como agentes antimicrobianos frente as bactérias associadas a mastite bovina. Isso se deve ao fato destas substâncias apresentarem mecanismos que favorecem a interação com microrganismos, inibindo, na maioria das vezes, o seu desenvolvimento. Tais ações podem ser justificadas em virtude dos taninos reagirem com proteínas de forma irreversível, complexando-se dentro das membranas bacterianas, tornando-se agente bactericida (PIZZI, 2019). Também agem como moléculas quelantes, já que o metal, em especial o ferro, é necessário para o crescimento microbiano (SCALBERT, 1991).

Pereira et al. (2018), ao avaliar a eficiência bactericida dos taninos condensados das cascas do caule de *Anacardium occidentale* e *Anadenanthera colubrina* consorciados com o antibiótico cefalexina frente a cepas multirresistentes de *Staphylococcus aureus* isoladas da mastite bovina, determinaram halos de inibição variando de 0,9 a 46 mm, sendo os halos menores na concentração de 7,8 mg/mL e os maiores 25 mg/mL. Estes resultados estão em concordância com os determinados na presente pesquisa, evidenciando a eficiência dos taninos como bactericidas.

Os taninos da *A. mearnsii* destacou-se frente as demais em estudo, sendo a única capaz de inibir o desenvolvimento da *Escherichia coli*. A *E. coli*, bactéria gram-negativa, têm se tornado resistente aos antibióticos designados para o tratamento de doenças causadas por ela, sendo considerado um dos principais problemas veterinários da atualidade (WHO, 2016; POIREL et al., 2018). De acordo com Molino et al. (2020), as bactérias gram-positiva são mais sensíveis as moléculas de taninos. Portanto, isto explica o motivo das bactérias dos gêneros *Staphylococcus* e *Streptococcus* terem sido mais sensíveis aos taninos das cascas das plantas avaliadas nesta pesquisa.

Costa et al. (2013) ao aplicarem diferentes antibióticos não naturais para verificar a sensibilidade das cepas de *S. aureus* isolados de gados com mastite bovina, conseguiram identificar variações de resistência ao uso dos diferentes medicamentos. Eles também afirmam que a resistência aos antimicrobianos é um fator importante no estabelecimento e na disseminação de clones bacterianos em um rebanho. Com isso, os taninos da *S. adstringens*, *M.*

tenuiflora, *M. caesalpiniiifolia*, *A. occidentale* e *A. mearnsii* são potenciais substâncias capazes de controlar as infecções causadas por *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* e *Streptococcus uberis*, sendo as duas últimas consideradas os principais patógenos encontrados em maior frequência nos rebanhos leiteiros ao redor do mundo (KROMKER et al., 2014; PANG et al., 2017; DEGO, 2020).

As substâncias tânicas presentes nas cascas destas espécies, além de serem comprovante antimicrobianos como verificado nesta pesquisa, ainda possuem potencial antioxidante (TUYEN et al. 2017; PIZZI, 2019). As vacas leiteiras quando estão na fase de transição do final da gestação para o início da lactação estão susceptíveis a estresses oxidativos, o que facilita o surgimento de infecções, tais como a mastite bovina (ABUELO et al., 2014). Com isso, os taninos podem auxiliar não somente no controle da doença como também na prevenção.

Além dos taninos, óleos essenciais de diferentes partes dos vegetais também surgem como alternativa para o desenvolvimento de produtos visando o tratamento da inflamação da glândula mamária em bovinos leiteiros ocasionadas por bactérias (LOPES et al., 2020). Afirmação comprovada com uso óleos essenciais extraídos de *Minthostachys verticillata* e *Cymbopogon citratus* sendo capazes de inibir o desenvolvimento das cepas de *Streptococcus uberis*, *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus agalactiae* (ZENDAN et al., 2014; MONTIRONI et al., 2015).

5. CONCLUSÃO

Foram determinados valores elevados de taninos condensados presentes nos extratos das cascas de *S. adstringens*, *M. tenuiflora*, *M. caesalpiniiifolia*, *A. occidentale* e *A. mearnsii*. Além disso, os taninos destas espécies apresentaram ser ótimos agentes antimicrobianos capazes de inibir o desenvolvimento de cepas isoladas da mastite bovina, destacando-se as substâncias tânicas da *A. mearnsii*. Estes resultados são importantes em decorrência dos problemas associados ao tratamento desta doença nas fazendas leiteiras, principalmente a baixa taxa de recuperação dos bovinos infectados em virtude da resistência bacteriana das espécies associadas a esta enfermidade, afetando diretamente na redução da produção de leite. Princípios ativos alternativos, como os taninos, podem otimizar a recuperação dos gados, assim como reduzir os custos do tratamento. Desse modo, faz-se necessário novas pesquisas que visem desenvolver fitofármacos que possam ser aplicados nos úberes dos bovinos.

6. AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa teve o suporte financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES); Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

7. REFERÊNCIAS

- ABUELO, A. et al. The importance of the oxidative status of dairy cattle in the periparturient period: revisiting antioxidant supplementation. **Journal Of Animal Physiology And Animal Nutrition**, v. 99, n. 6, p. 1003-1016, 2014.
- ARAUJO, E. S. *et al.* 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 Production**, v. 280, p. 124324, 2021.
- ARAUJO, J. S. C. et al. V. Antibacterial activity against cariogenic bacteria and cytotoxic and genotoxic potential of *Anacardium occidentale* L. and *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan extracts. **Archives of oral Biology**, v. 85, p. 113-119, 2018.
- AYRES, M. et al. 2007. **BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas**. Ong Mamiraua. Belém, PA.
- AZEVEDO, T. K. B. et al. Substâncias tânicas presentes em partes da árvore Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*Benth.) em plantio comercial de 5 anos. **Agroecossistemas**, v. 9, n. 2, p. 263-274, 2017b.
- AZEVEDO, T. K. B. et al. Teor de Taninos Condensados Presente na Casca de Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora*) em Função das Fenofases. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p.1-7, 2017a.
- BELLO, A. et al. Aminomethylation of spruce tannins and their application as coagulants for water clarification. **Separation And Purification Technology**, v. 242, p. 116765, 2020.
- CHAN, J.M et al. *Acacia mearnsii* industry overview: current status, key research and development issues, **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, v.77, n.1, p.19-30, 2015.
- CHENG, W. N.; HAN, S. G. Bovine mastitis: risk factors, therapeutic strategies, and alternative treatments — A review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 33, n. 11, p. 1699–1713, 2020.
- CLSI- Clinical & Laboratorial Standards Institute. **Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically**; approved standard. ninth edition ed. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute 2019.
- COSTA, G. M.; et al. Antimicrobial resistance in *Staphylococcus aureus* isolated from mastitis in dairy herds from the state of Minas Gerais, Brazil. **Arquivo do instituto biológico**, v. 80, n.3, p. 297-302, 2013.
- DEGO, O. K.. Bovine Mastitis: Part. I. **Animal Reproduction in Veterinary Medicine**, v. 1, n. 1, p. 1-22, 2020.

- FREITAS, A. L. D. *et al.* Proanthocyanidin polymeric tannins from *Stryphnodendron adstringens* are effective against *Candida* spp. isolates and for vaginal candidiasis treatment. **Journal Of Ethnopharmacology**, v. 216, p. 184-190, 2018.
- GRIFFIN, A. R. *et al.* Global uses of Australian acacias - recent trends and future prospects. **Diversity And Distributions**, v. 17, n. 5, p. 837-847, 2011.
- GUANGCHENG, Z.; YUNLU, L.; YAZAKI, Y. Extractive yields, Stiasny values and polyflavonoid content in barks from six acacia species in Australia. **Australian Forestry**, v. 54, p. 154-156, 1991.
- KROMKER, *et al.* Bovine *Streptococcus uberis* Intramammary Infections and Mastitis. **Clinical Microbiology**, v. 03, n. 04, p. 1-7, 2014.
- KRÖMKER, V.; LEIMBACH, S. Mastitis treatment-Reduction in antibiotic usage in dairy cows. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 52, p. 21–29, 2017.
- LANGONI, H. *et al.* Considerações sobre o tratamento das mastites. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 11, p.1261-1269, 2017.
- LOPES, T. S. *et al.* Use of plant extracts and essential oils in the control of bovine mastitis. **Research In Veterinary Science**, v. 131, p. 186-193, 2020.
- LÓPEZ-ANDRÉS, P. *et al.* Dietary quebracho tannins are not absorbed, but increase the antioxidant capacity of liver and plasma in sheep. **British Journal Of Nutrition**, v. 110, n. 4, p. 632-639, 2013.
- MELCHIOR, M.B.; FINK-GREMMELS J, GAASTRA W. Comparative assessment of the antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus aureus* isolates from bovine mastitis in biofilm versus planktonic culture. **Journal of Veterinary Science**, n. 53, p. 326–32, 2006.
- 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.
- MONTIRONI, I. D. *et al.* Evaluation of the antimicrobial efficacy of *Minthostachys verticillata* essential oil and limonene against *Streptococcus uberis* strains isolated from bovine mastitis. **Revista Argentina de Microbiología**, v. 48, n. 3, p. 210-216, 2016.
- NAIMA, R. *et al.* Comparison of the impact of different extraction methods on polyphenols yields and tannins extracted from Moroccan *Acacia mollissima* barks. **Industrial Crops And Products**, v. 70, p. 245-252, 2015.
- PAES, J.B. *et al.* Avaliação do potencial tanífero de seis espécies florestais de ocorrência no semi-árido brasileiro. **Cerne**, v.12, n.3, p.232-238, 2006
- PANG, M. *et al.* Molecular and virulence characterization of highly prevalent *Streptococcus agalactiae* circulated in bovine dairy herds. **Veterinary Research**, v. 48, n. 1, p. 1-12, 2017.
- PEREIRA, A. V. *et al.* Effects of associations of tannins from *Anacardium occidentale* and *Anadenanthera colubrina* with cephalosporin against bovine *Staphylococcus aureus* isolates. **Arquivo do instituto biológico**, v.85, p. e0582016, 2018.
- PIZZI, A. Tannins: prospectives and actual industrial applications. **Biomolecules**, v. 9, n. 8, p. 344, 2019.

POIREL, L. *et al.* Antimicrobial Resistance in Escherichia coli. **Antimicrobial Resistance In Bacteria From Livestock And Companion Animals**, p. 289-316, 2018.

SARTORI, C. J. *et al.* Tannin Extraction and Characterization of Polar Extracts from the Barks of Two Eucalyptus urophylla Hybrids. **Bioresources**, v. 3, n. 13, p.4820-4831, 2018.

SARTORI, C. J. *et al.* Tannins gravimetric yield condensed in *Anadenanthera peregrina* bark in different diameter classes. **Cerne**, v. 20, n. 2, p. 239-244, 2014.

SCALBERT, A. Antimicrobial properties of tannins. **Phytochemistry**, v. 30, n. 12, p. 3875-3883, 1991.

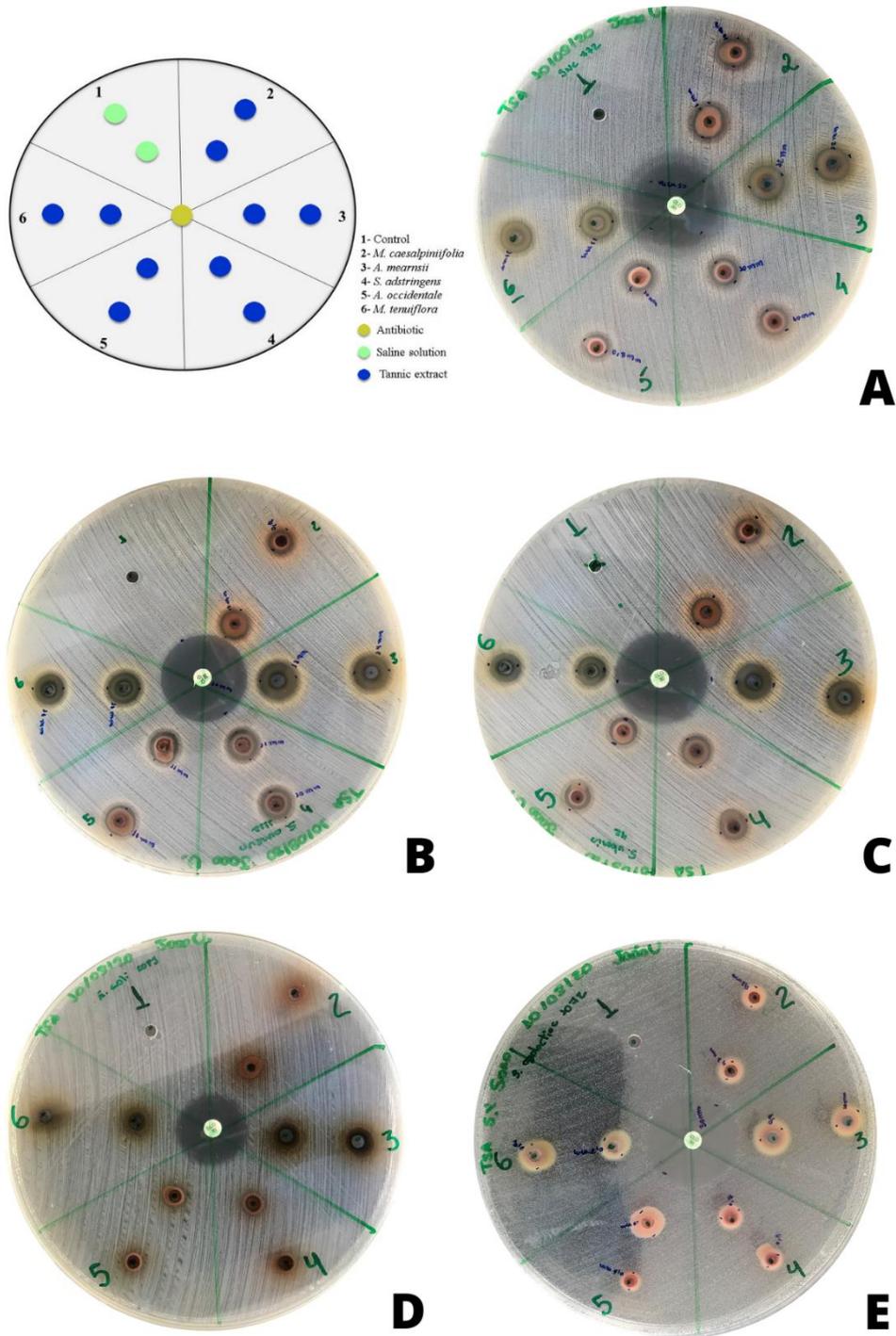
SPANAMBERG, A *et al.* Mastite micótica em ruminantes causada por leveduras. **Ciência Rural**, v. 39, n. 1, p. 282-290, 2008.

WHO. **The OIE Strategy on Antimicrobial Resistance and the Prudent Use of Antimicrobials**. World Organization for Animal Health, November, p. 1–61, 2016. Disponível em: https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Media_Center/docs/pdf/PortailAMR/EN_OIE-AMRstrategy.pdf

ZEEDAN, G. S. G. *et al.* Evaluation of antibacterial effect of some Sinai medicinal plant extracts on bacteria isolated from bovine mastitis. **Veterinary World**, v. 7, n. 11, p. 991-998, 2014.

APÊNDICES

Apêndice A - Teste de difusão em disco. A= *Staphylococcus* spp. coagulase negativa; B= *Staphylococcus aureus*; C= *Streptococcus uberis*; D= *Escherichia coli*; E= *Streptococcus agalactiae*.



Fonte: do autor (2021)

Apêndice B - Determinação da sensibilidade bacteriana (Difusão em disco) de cepas isoladas de mastite bovina ao uso dos taninos.

| Bactérias | Taninos | | | | |
|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| | <i>S. adstringens</i> (mm) | <i>M. tenuiflora</i> (mm) | <i>A. Mearnsii</i> (mm) | <i>M. caesalpiniifolia</i> (mm) | <i>A. occidentale</i> (mm) |
| <i>S. uberis</i> 42 | 11,5 ± 0,70 | 11,5 ± 0,70 | 14,5 ± 0,70 | 10,5 ± 0,70 | 10,5 ± 0,70 |
| <i>S. uberis</i> 24A | 12 ± 1,41 | 11,5 ± 0,70 | 14,5 ± 0,70 | 11 ± 0 | 11 ± 0 |
| <i>S. aureus</i> 1080 | 9,5 ± 0,70 | 11 ± 1,41 | 11 ± 0 | 9,5 ± 0,70 | 9 ± 0 |
| <i>S. aureus</i> 1128 | 11,5 ± 0,70 | 10,5 ± 0,70 | 13,5 ± 2,12 | 10 ± 0 | 10,5 ± 0,70 |
| <i>S. aureus</i> 1112 | 10,5 ± 0,70 | 11,5 ± 0,70 | 13,5 ± 0,70 | 10 ± 1,41 | 11 ± 0 |
| SNC 772 | 10 ± 0 | 11 ± 0 | 12 ± 0 | 10,5 ± 0,70 | 9 ± 1,41 |
| SNC 796 | 10,5 ± 0,70 | 10 ± 0 | 12,5 ± 0,70 | 11,5 ± 0,70 | 10 ± 0 |
| SNC 740 | 9 ± 1,41 | 9,5 ± 0,70 | 11,5 ± 0,70 | 9,5 ± 0,70 | 9 ± 0 |
| <i>S. agalactiae</i> 1072 | 6,5 ± 0,70 | 8,5 ± 0,70 | 9,5 ± 0,70 | 7 ± 0 | 8,5 ± 2,12 |
| <i>S. agalactiae</i> 1026 | 8,5 ± 0,70 | 8,5 ± 0,70 | 9 ± 0 | 9 ± 1,41 | 8 ± 0 |
| <i>S. agalactiae</i> 1097 | 8 ± 1,41 | 9 ± 0,70 | 8,5 ± 0,70 | 9 ± 1,41 | 7,5 ± 0,70 |
| <i>E. coli</i> 11R | - | - | 8 ± 1,41 | - | - |
| <i>E. coli</i> 20PJ | - | - | 9,5 ± 0,70 | - | - |
| <i>E. coli</i> 124 | - | - | 9 ± 1,41 | - | - |

Em que: SNC= *Staphylococcus* spp. coagulase negativa; - = não apresentou halo de inibição; Os valores são média±desvio padrão (SD). Fonte: do autor (2021)

ARTIGO 3 - Taninos das cascas de espécies lenhosas podem auxiliar no tratamento da toxinfecção alimentar de origem bacteriana?

Ucella Filho, J. G. M.¹; Lorenço, M. S.¹; Ferreira, V. R. F.²; Cardoso M. G.² ; Azevedo T. K. B.³; Piccoli, R. H.⁴; Mori, F. A.¹

¹ Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais, 37200-900, Lavras, MG, Brasil. *16joaoucella@gmail.com

² Universidade Federal de Lavras, Departamento de química, 37200-900, Lavras, MG, Brasil.

³ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, 59280-000, Macaíba, RN, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências dos Alimentos, 37200-900, Lavras, MG, Brasil.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo caracterizar quimicamente os extratos tânicos das cascas do caule de espécies lenhosas e avaliar a antioxidante e antimicrobiano dos taninos, visando indicar seu potencial de uso para preservação de alimentos e tratamento da toxinfecção alimentar. Cascas das espécies *Mimosa tenuiflora* Willd., *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville, *Mimosa caesalpinifolia* Benth., *Anacardium occidentale* L., e tanino comercial da *Acacia mearnsii* Wild. foram utilizadas para determinação do teor de taninos condensados, flavonoides, fenóis totais e índice de Stiasny (IS). A composição polifenólica dos extratos tânicos foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (HLPC) e a identificação dos grupos funcionais dos taninos liofilizados por FTIR. A atividade antioxidante foi estabelecida por DPPH e a antimicrobiana pelos testes de difusão em disco, concentração inibitória mínima (CIM) e bactericida mínima (CBM). *S. adstringens* apresentou maior concentração de taninos condensados nas cascas (219,87 mg CE g⁻¹ do extrato). O índice de Stiasny foi mais expressivo para *M. caesalpinifolia* e *A. occidentale*, sendo superior a 90%. 12 polifenóis foram identificados nas amostras em estudo, destacando-se o ácido gálico presentes nas cascas de todas as espécies. A hidroxila (OH) foi o grupo funcional recorrente em todas os taninos analisados. A concentração de 25 µg/mL⁻¹ dos extratos tânicos avaliados foram capazes de neutralizar em 90% os radicais livres de DPPH. Todas as bactérias analisadas foram inibidas pelo uso das substâncias tânicas, sendo a *Listeria monocytogenes* a mais sensível e a *Escherichia coli* a mais resistente. Portanto, foi possível verificar que os taninos das cascas das espécies em estudo apresentaram-se como ótimos agentes antioxidantes e antimicrobianos, podendo servir como opção para composição de produtos alimentícios, cosméticos e fármacos, visando a durabilidade e qualidade dos produtos em prateleiras e no tratamento da toxinfecção alimentar de origem bacteriana.

Palavras-chave: doenças infecciosas, substâncias bioativas, plantas medicinais, antimicrobiano

Tannins of the bark of woody species may aid in the treatment of bacterial foodborne?

ABSTRACT

This work aimed to chemically characterize the tannic extracts of the stem barks of wood species and to evaluate the antioxidant and antimicrobial of tannins aiming to indicate their potential use for food preservation and treatment of food toxoinfection. Barks of the species *Mimosa tenuiflora*, *Stryphnodendron astringens*, *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Anacardium occidentale*, and commercial tannin from *Acacia mearnsii* were used to determine the content of condensed tannins, flavonoids, total phenols and Stiasny's index (SI). The polyphenolic composition of the tannic extracts was performed by high efficiency liquid chromatography (HPLC) and the identification of the functional groups of the freeze-dried tannins by FTIR. The antioxidant activity was established by DPPH and the antimicrobial activity by the disc diffusion test, minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC). *S. astringens* showed higher concentration of condensed tannins in the bark (219.87 mg EC g⁻¹ of extract). The Stiasny index was more expressive for *M. caesalpiniiifolia* and *A. occidentale*, being higher than 90%. 12 polyphenols were identified in the samples under study, highlighting the gallic acid present in the bark of all species. Hydroxyl (OH) was the recurring functional group in all the tannins analysed. A concentration of 25 µg/mL⁻¹ of the tannic extracts evaluated were able to neutralize in 90% the DPPH free radicals. All the bacteria analysed were inhibited by the use of the tannic extracts, being *Listeria monocytogenes* the most sensitive and *Escherichia coli* the most resistant. Therefore, it was possible to verify that the tannins from the barks of the species under study presented themselves as excellent antioxidant and antimicrobial agents and may serve as an option for the composition of food products, cosmetics and pharmaceuticals, aiming to extend the shelf life of products and their use on treatment of food toxin infections of bacterial origin.

Keywords: infectious diseases, bioactive substances, medicinal plants, antimicrobial

1. INTRODUÇÃO

Toxinfecção alimentar caracteriza-se como enfermidade corriqueira em todas as regiões do mundo, sendo mais recorrente em países desprovidos de saneamento básico de qualidade e com alta taxa de pobreza, tornando-se problema crescente de saúde pública nas últimas décadas (JONES et al., 2008; KUCHENMÜLLER et al., 2009; SHONHIWA et al., 2019); consiste na ingestão de alimentos e/ou água contaminadas, causado principalmente por vírus, bactérias, fungos e parasitas como também substâncias químicas (HEZAM; AL-JASIMME; EMRAN, 2019; RODRÍGUEZ-MORALES et al., 2016; WHO, 2018). Dentre os sintomas mais comuns desatacam-se dores abdominais, febre, náuseas, vômitos e diarreia; quando mais graves, podem ocasionar a hepatite A, meningite e até mesmo levar o paciente a óbito (BINTSIS, 2017; PIGOTT, 2008).

Estima-se que a ingestão de alimentos contaminados está associada a 600 milhões casos de diarreia, totalizando, aproximadamente, 420 mil mortes por ano (WHO, 2019). Em estudo realizado nos Estados Unidos foi possível verificar que bactérias entéricas patogênicas são a causa de mais de 9,4 milhões de casos de toxinfecção alimentar (SCALLAN et al., 2011). Os animais fornecedores de alimentos são os principais vetores de microrganismos patogênicos (HEREDIA; GARCÍA, 2018), destacando-se *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus aureus*, com elevado potencial zoonótico e de produzir toxinas (BOLD; ROSTAMI, 2011; KADARIYA; SMITH; THAPALIYA, 2014; SILVA, 2018). Associado a este problema, destaca-se também a resistência de cepas ao uso de antibióticos que auxiliam no tratamento dos processos infecciosos (CANIÇA et al., 2019; POIREL et al., 2018), se tornando tema preocupante em diferentes áreas da saúde e que tem incentivado a busca por novos agentes antimicrobianos, em especial de origem natural, capazes de auxiliar no controle de doenças.

Os compostos fenólicos, em especial os taninos, são substâncias de origem natural com elevado potencial fitoterápico, que se encontram disponíveis em diferentes partes das plantas, em destaque nas cascas do caule de espécies lenhosas (FRAGA-CORRAL et al., 2020). As substâncias tânicas estão associadas a defesa dos vegetais ao ataque de patógenos e herbívora; são classificados quimicamente em hidrolisáveis e condensados (PIZZI, 2019). Os taninos condensados são caracterizados por serem moléculas reativas e de fácil extração em diferentes solventes, o que facilita sua aplicação na produção de adesivo natural de madeira (ARAUJO et al., 2021), espumas isolantes (BASSO et al., 2014), tratamento de água para abastecimento (BELLO et al., 2020) e podem ser utilizados nas indústrias farmacêuticas, cosméticos e

alimentos em decorrência das suas capacidades antimicrobianas (MAISETTA et al., 2019) e antioxidantes (TUYEN et al., 2017).

Pesquisas com extratos tânicos das cascas de diferentes espécies lenhosas verificaram a ação antibacteriana dos taninos na inibição do crescimento de bactérias gram-positivas e gram-negativas, como: *Streptococcus mutans*, *Streptococcus oralis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Brevibacterium linens*, *Corynebacterium jeikeium*, *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus coagulans* e *Proteus vulgaris* (ARAÚJO et al., 2018; COCK et al., 2019; MIN et al., 2007; SIMALAI et al., 2012; TRENTIN et al., 2013). Além disso, estas moléculas são capazes de se associar facilmente a radicais livres causadores do estresse oxidativo, tornando-se antioxidante natural, podendo ser aplicado na preservação de alimentos como substituto dos antirradicais sintéticos, reduzindo os riscos de intoxicação a longo prazo e aumento do tempo do produto na prateleira.

Desse modo, baseado nestas características bioativas dos taninos e a necessidade da descoberta de princípios ativos, principalmente de fontes naturais, que possam servir como substâncias para formulação de antioxidantes e medicamentos fitoterápicos tendo em vista o tratamento de toxinfecção alimentar de origem bacteriana, este trabalho ter por objetivos: i) verificar a concentração de taninos condensados e composição polifenólica dos extratos tânicos das cascas do caule de espécies nativas do Brasil e Austrália; ii) identificar os grupos funcionais dos taninos; iii) determinar atividade antioxidante das substâncias tânicas e iv) avaliar o potencial antimicrobiano dos taninos com bactérias associadas a toxinfecção alimentar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Seleção do material e beneficiamento das cascas

Foram coletadas amostras compostas de cascas de indivíduos das espécies *M. tenuiflora*, *M. caesalpinifolia*, *A. occidentale*, *S. adstringens*, árvores características de florestas secas do Brasil. Para a *A. mearnsii* foi utilizado tanino comercial (Tabela 1). Após a coleta, foram secas em estufa solar até ser observado à ausência de umidade e em seguida levadas para moagem. O material moído foi classificado, utilizando-se o que passou por uma peneira de malha de 2 x 2 cm. Posteriormente, foram destinados a uma nova moagem em um moinho do tipo Willey para obtenção de uma menor granulometria. Por fim, as cascas foram classificadas, usando-se apenas a porção que passou pela peneira de 35 “mesh”, e ficou retida na de 60 “mesh” (0,25 mm).

Tabela 1. Informações complementares das espécies em estudo.

| Família | Nome científico | Origem | DAP | Característica fenológica |
|----------------------|--|---------------|--------------|----------------------------------|
| Fabaceae | <i>Mimosa tenuiflora</i> Willd. | Brasil | 13,80 ± 2,28 | Decídua |
| | <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth. | Brasil | 10,22 ± 1,73 | Perenifólia |
| | <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville | Brasil | 15,95 ± 6,73 | Decídua |
| | <i>Acacia mearnsii</i> Wild. | Austrália | - | Semidecídua |
| Anacardiaceae | <i>Anacardium occidentale</i> L. | Brasil | 44,08 ± 8,81 | Decídua |

Em que: DAP = Diâmetro altura do peito (média dos indivíduos); ± = desvio padrão. Fonte: do autor (2021)

2.2 Extração dos taninos

Foram utilizados 10 g de casca de cada espécie e 100 mL de solução composta por etanol e acetona (80:20 v/v) para extração dos taninos. Em um becker de vidro foi misturado o substrato com a solução, agitado com um bastão de vidro para uma melhor homogeneização e deixado acondicionado por 24 h. Em seguida o material foi filtrado a vácuo com funil de vidro sinterizado de porosidade n°2 para a retenção de partículas residuais. Posteriormente, o líquido foi depositado em um balão de vidro de 250 mL e levado para evaporador rotativo a 60 °C para a evaporação completa da solução. Ao fim deste ciclo, o material congelado e liofilização para obtenção dos taninos em pó.

2.3 Caracterizações química

2.3.1 Determinação do teor fenólico

O teor fenólico total foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965). Alíquota 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 Na₂CO₃ a 7%. Após 15 minutos de incubação em um banho a 45 °C, a absorbância a 760 nm foi lida versus branco preparado. Curva de calibração foi construída usando ácido gálico como padrão (0–150 g/mL). O conteúdo fenólico total foi expresso em miligramas de ácido gálico equivalentes (GAE)/g do extrato da casca seca.

2.3.2 Determinação do teor de flavonoides totais

O teor total de flavonóides foi determinado por ensaio colorimétrico com cloreto de alumínio (ZHISHEN; MENGCHENG; JIANMING, 1999). Alíquota de 1,0 mL do extrato da

casca foi misturada com 4,0 mL de água deionizada, seguido por 0,3 mL de solução NaNO₂ a 5%. Após 5 min, 0,3 mL de 10% solução de AlCl₃-6H₂O foi adicionada à mistura. Em seguida, 2,0 mL de solução de NaOH foi adicionado e o volume total foi ajustado para 10,0 mL com água deionizada. A absorvância foi medida em 510 nm, corrigido usando um espaço em branco, e os resultados foram expressos em miligramas catequina equivalente (CE) g⁻¹ do extrato da casca seca.

2.3.3 Determinação dos taninos condensados

O teor de taninos condensados foi aferido pelo método da vanilina-H₂SO₄, segundo as orientações estabelecidas por Sun; Silva; Spranger (1998). Alíquota (1,0 mL) dos extratos das cascas foi misturada com 2,5 ml de vanilina a 1,0% (m/v) em metanol absoluto e depois 2,5 mL de ácido sulfúrico a 25% (v/v) em metanol absoluto para reação de vanilina com os polifenóis no extrato. O espaço em branco da solução foi preparado no mesmo procedimento sem vanilina. As absorvâncias foram registradas a 500 nm após 15 minutos, e os resultados foram expressos em miligramas de catequina equivalente (CE) g⁻¹ do extrato de casca.

2.3.4 Índice de Stiasny

A determinação do Índice de Stiasny foi realizada seguindo o pré-estabelecido por Guangcheng; Yunlu; Yazaki (1991) com adaptações. Foram utilizados 20 mL do extrato bruto e acrescentado 10 mL de água destilada. Em seguida, foram adicionados 4 mL de formaldeído (37% m/m) e 2 ml de HCl 10 N. Cada mistura foi submetida à fervura sob refluxo por 35 minutos. Nestas condições, os taninos formaram complexos insolúveis que podem ser separados por filtração simples. O extrato foi filtrado em cadinho de vidro sinterizado de porosidade n°2 e encaminhado a estufa a 103 ± 2 °C por 24 horas, para em seguida ser calculado o índice de Stiasny(Eq.1).

$$\text{(Eq. 1)} \quad I(\%) = \left(\frac{M_2}{M_1} \right) \times 100$$

Em que:

I = Índice de Stiasny (%);

M1 = Massa de sólidos em 20 mL de extrato;

M2 = Massa seca do precipitado tanino – formaldeído

2.3.5 Cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC)

Foram utilizados 2,5 g de amostras compostas de casca de cada espécie em estudo e transferidos para frascos contendo 20 mL de metanol na concentração de 70%, os quais permaneceram no banho ultrassônico pelo período de 1 h. Posteriormente, o material foi centrifugado a uma rotação de 1500 rpm durante 15 minutos a 4°C e filtrado em cadinho de porosidade n° 2 no sistema vacuum e em filtro de seringa com poro de 0,45 µm. Para determinar o perfil e quantificação de compostos fenólicos foram utilizados os padrões empregados para análise dos compostos fenólicos (Tabela 2). As amostras foram quantificadas pelo método de padronização externa, sendo as curvas analíticas construídas por diluições das soluções estoque, contendo 1000 mg L⁻¹ de cada padrão solubilizado em metanol. As curvas analíticas foram obtidas por regressão linear, considerando o coeficiente de determinação R²=0,99.

Tabela 2. Padrões empregados para terminação dos compostos fenólicos.

| Padrões |
|----------------------|
| Ácido Gálico |
| Catequina |
| Ácido Clorogênico |
| Ácido Cafeico |
| Vanilina |
| Ácido p-cumárico |
| Ácido ferúlico |
| Ácido m-cumárico |
| Ácido o-cumárico |
| Quercetina |
| Ácido Trans-cinâmico |
| Rutina |
| Resveratrol |

Fonte: do autor (2021)

As análises foram realizadas em cromatógrafo de alta eficiência Shimadzu®, equipado com quatro bombas de alta pressão LC-20AT, detector de arranjo de diodos SPD-M20A, degaseificador DGU-20A5, interface CBM-20A, forno CTO-20AC e injetor automático com autoamostrador modelo SIL-20A. As separações foram realizadas utilizando-se uma coluna Shimadzu® – Shim-pack GVP-ODS-C18 (4,6 x 250 mm, 5 µm) conectada a uma pré-coluna Shimadzu® – Shim-pack GVP-ODS-C18 (4,6 x 10 mm, 5 µm). Os solventes de eluição utilizados foram: solução de ácido acético 2% em água ultrapura, obtida a partir de Milli-Q Integral Water Purification System na Fase A; metanol; água, ácido acético (70:20:2 % v/v) na

Fase B. O comprimento de onda utilizado foi de 280 nm, fluxo de 1,0 mL min⁻¹, temperatura da coluna de 35 °C e volume de injeção de 20 µL. Para o cálculo da concentração dos compostos fenólicos foi empregado equações da reta específicas para cada padrão utilizado.

2.3.6 Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR)

A técnica do FTIR acoplada a um acessório de reflexão total atenuada (ATR) foi realizada utilizando um espectrômetro FT-IR Varian 600-IR Series equipado com GladiATR da Pike Technologies para medições FTIR-ATR. As amostras dos taninos liofilizados da *M. tenuiflora*, *M. caesalpiniiifolia*, *A. occidentale*, *A. mearnsii* e *S. adstringens* foram varridas de 4000 a 400 cm⁻¹ com 32 scans médios para cada espectro a uma resolução de 4 cm⁻¹.

2.4 Determinação da atividade antioxidante

As atividades antioxidantes dos taninos em pó foram determinadas por varredura do radical 2,2-difenil-1-picril- hidrazila (DPPH), metodologia proposta por Texeira et al. (2012) com adaptações. Os extratos foram diluídos em metanol nas concentrações de 1, 2,5, 5, 15, 25, 50, 100, 150, 200 e 250 µg mL⁻¹. Em seguida, foram adicionados em tubos de ensaio 2,7 mL da solução estoque de DPPH e 0,3 mL dos taninos. Simultaneamente, um controle negativo e um controle em branco foram preparados. As misturas foram mantidas no escuro por 60 min., e as leituras de absorvância realizadas em espectrofotômetro UV/ Vis (Shimadzu UV-160 1 PC) no comprimento de onda de 515 nm. A porcentagem de atividade antioxidante (%AA) foi calculada pela Eq. 2. O padrão de comparação utilizado na análise foi o antioxidante sintético BHT. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

$$\text{(Eq. 2)} \quad \%AA = 1 - \frac{A_{\text{amostra}}}{A_{\text{controle}}} \times 100$$

Em que:

A_{amostra} = absorvância da solução contendo todos os reagentes;

A_{controle} = absorvância do controle.

2.5 Determinação da atividade antimicrobiana

2.5.1 Microrganismos, ativação e padronização dos inóculos

Staphylococcus aureus (GL 8548), *Staphylococcus aureus* (GL 8702), *Listeria monocytogenes* (ATCC 19177) e *Escherichia coli* (ATCC 25922) pertencente ao banco de

bactérias do laboratório da Microbiologia de Alimentos, localizado na Universidade Federal de Lavras – UFPA, foram utilizados neste estudo. As culturas estoque foram ativadas em 10 mL de Brain Heart Infusion Broth (BHI), sendo para *L. monocytogenes* adicionado ao meio 0,6% de extrato de levedura, com incubação a 37 °C por 24 horas. As culturas foram padronizadas em 10⁸ UFC/mL em caldo triptona de soja (TSB) a 37°C, por meio de curva de crescimento. O crescimento bacteriano foi acompanhado com auxílio do espectrofotômetro (Comprimento de onda 600 nm) e plaqueamento em ágar triptona de soja (TSA) com incubação a 37°C por 24h.

2.5.2 Teste de difusão em disco

O teste de difusão em disco foi utilizado (Clinical Laboratory Standards Instituted 2018). Para tanto, foram utilizadas placas de petri (90x15 mm) contendo TSA para cada tanino em estudo. As amostras dos taninos foram diluídas em dimetilsulfóxido (DMSO) na proporção de 25mg/mL e homogeneizadas. Em seguida, foram adicionados 0,5 µL de cada solução sobre discos de papel padronizado (6,0 mm de diâmetro) nas placas de petri, previamente inoculadas com os microrganismos. Além disso, um disco de papel impregnado com antibiótico cefuroxima (30 Mcg) foi fixado em placa de petri semeada com microrganismo sendo o controle positivo. As placas foram incubadas a 37 °C por 24 horas e posteriormente mensurados os halos de inibição com auxílio de paquímetro digital.

2.5.3 Concentração inibitória mínima (CIM) e bactericida mínima (CMB)

Para a determinação do CIM foi empregado o método de microdiluição em caldo (Clinical and Laboratory Standards Institute 2019). Os testes antimicrobianos foram realizados em microplacas de 96 poços de poliestireno, onde foram testados o efeito dos taninos liofilizados diluídos em dimetilsulfóxido (DMSO), partindo da concentração inicial 12,5 mg/mL a 0,19 mg/mL. O meio de cultura utilizado foi o TSB. Após a diluição realizada em cada poço, alíquotas de 10 µL de cada cultura padronizada foram inoculadas em cada poço e as placas incubadas a 37°C por 24h. Todos os testes foram realizados em triplicata. Após este período, foram realizadas a leitura das placas para determinar a menor concentração em que os taninos foram capazes de inibir o crescimento bacteriano Para determinar a concentração bactericida mínima (CBM) alíquotas de 10 µL de cada poço foram transferidas para placas contendo TSA e incubadas a 37°C por 24h. Para avaliação da intensidade de crescimento dos microrganismos foi adotada escala de inibição classificada em: i) alta (inexistência de crescimento bacteriano); ii) moderada (crescimento parcial bacteriano) e iii) baixa (crescimento total bacteriano).

2.6 Análise estatística

O delineamento inteiramente casualizado foi aplicado para avaliar a atividade antioxidante das substâncias tânicas, sensibilidade bacteriana ao uso dos taninos e, posteriormente, para determinar a sua eficiência nas diferentes espécies de bactérias.

As médias do potencial antioxidante dos taninos em análise foram comparadas pelo teste Scott Knott com 5% de significância no software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011). Para as avaliações antimicrobianas, a normalidade dos resíduos foi determinada pelo teste Shapiro-Wilk e a homogeneidade de variância por Bartlett, ambos à 95% de probabilidade. Após comprovação da normalidade e homogeneidade, realizou-se a análise de variância (ANOVA) e aplicou-se o teste de Tukey a 5% de significância para identificar qual a bactéria mais sensível ao uso das substâncias tânicas e qual tanino apresentou melhor efeito antimicrobiano para as diferentes cepas, respectivamente. A análise estatística foi realizada no software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014) com auxílio do pacote ExpDes.pt (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2014). Os gráficos foram gerados no software de análises Origin® 2018, Massachusetts, EUA.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterizações química

O valor percentual do Índice de Stiasny e a natureza fenólica dos extratos tânicos estão expostos na tabela 3. A espécie *S. adstringens* apresentou maior concentração de taninos condensados em sua casca, com valor de 219,87 mg CE g⁻¹, enquanto para a *M. tenuiflora* foi de 83,47 mg CE g⁻¹, sendo a menor concentração encontrada entre as espécies em estudo. Resultado inverso foi determinado para fenóis totais, onde a *M. tenuiflora* quantificou 133,37 mg GAE g⁻¹ e a *S. adstringens* 88,79 mg GAE g⁻¹. O teor de flavonoides e o Índice de Stiasny foram mais expressivos para a *M. caesalpinifolia* (180,49 mg CE g⁻¹) e a *A. occidentale* (94,8 %), respectivamente.

As espécies pertencentes a família Fabaceae (*M. tenuiflora*; *M. caesalpinifolia*; *A. mearnsii*; *S. adstringens*) obtiveram valores de flavonoides aproximados ao encontrado para *Anadenanthera peregrina* (Vell.) Brenan, espécie comumente utilizada em regiões áridas do Brasil para extração dos taninos das cascas, estimado em 148.4 mg CE g_{ext}⁻¹. Porém, apresentou quantidades inferiores de taninos condensados (586.9 mg CE g_{ext}⁻¹) e fenóis totais (583.0 mg GAE g_{ext}⁻¹) (MOTA, et al., 2017). Para *A. occidentale*, as quantificações indicaram valores superiores de flavonoides e aproximados para taninos condensados, respectivamente, quando

comparados com a espécie *Tapirira guianensis* Aubl. (69.5 mg CE g_{ext}⁻¹; 190 mg CE g_{ext}⁻¹) (MOTA, *et al.*, 2021); e consideravelmente superior ao teor de taninos encontrado para *Myracrodruon urundeuva* Allemão LC. (8.5 mg CE g_{ext}⁻¹) (SOUSA *et al.*, 2020).

Estas oscilações comprovam que apesar das espécies pertencerem as mesmas famílias, as concentrações de polifenóis podem diferir consideravelmente de uma para outra. Além disto, estas variações podem estar associadas a fatores como a idade dos indivíduos, período de coleta, condições climáticas e composição do solo da região onde os indivíduos se encontram inseridas e localização da coleta das cascas (AZEVEDO *et al.*, 2017; SARTORI; CASTRO; MORI, 2014).

Tabela 3. Índice de Stiasny, concentração de taninos condensados, fenóis totais e flavonoides dos extratos tânicos da *M. tenuiflora*, *M. caesalpiniiifolia*, *A. occidentale*, *A. mearnsii* e *S. adstringens*,

| Análises | Extratos tânicos | | | | |
|--|----------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| | <i>M. tenuiflora</i> | <i>M. caesalpiniiifolia</i> | <i>A. occidentale</i> | <i>A. mearnsii</i> | <i>S. adstringens</i> |
| Taninos condensados (mg CE g ⁻¹ do extrato) | 83,47 | 127,12 | 118,03 | - | 219,87 |
| Fenóis totais (mg GAE g ⁻¹ do extrato) | 133,37 | 76,30 | 92,20 | - | 88,79 |
| Flavonoides (mg CE g ⁻¹ do extrato) | 136,80 | 180,49 | 138,19 | - | 131,26 |
| Índice de Stiasny (%) | 65,8 | 93,1 | 94,8 | 85,6 | 89,4 |

Em que: - = não quantificado. Fonte: do autor (2021)

O Índice de Stiasny, método que indica a concentração dos polifenóis presentes no extrato a partir da reação com o formaldeído (GUANGCHENG; YUNLU; YAZAKI, 1991; SARTORI *et al.*, 2014), apresentou valores elevados, exceto para *M. tenuiflora*, que se assemelhou ao valor encontrado por Azevêdo *et al.* (2017), em torno de 70%. Este parâmetro se faz importante para apontar a pureza do material (Baixa concentração de açúcares e gomas) e, conseqüentemente, seu potencial de aplicação nas indústrias farmacêuticas.

Foram identificados 12 polifenóis por HLPC distribuídos de formas distintas entre os extratos das cascas das plantas em estudo (Tabela 3). A Catequina foi a substância quantificada em maior concentração para as espécies *A. mearnsii* (1634,48 mg/100g casca) e *M. tenuiflora* (1218,33 mg/100g casca). Enquanto para as espécies *M. caesalpiniiifolia*, *S. adstringens* e *A. occidentale*, destacaram-se o Ácido Trans-cinâmico, Rutina e Ácido Gálico, com concentrações 120,69, 713,63, 115,20 mg/100g casca, respectivamente.

Tabela 3. Teor de polifenóis dos extratos tânicos das cascas da *M. tenuiflora*, *M. caesalpiniiifolia*, *A occidentale*, *A. mearnsii* e *S. adstringens* identificadas por HLPC.

| Polifenóis | Extratos | | | | |
|----------------------|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| | <i>M.</i> <i>tenuiflora</i> | <i>M.</i> <i>caesalpiniiifolia</i> | <i>A</i> <i>occidentale</i> | <i>A.</i> <i>mearnsii</i> | <i>S.</i> <i>adstringens</i> |
| | Concentração (mg/100g casca) | | | | |
| Ácido Gálico | 19,56 | 17,56 | 115,20 | 36,46 | 10,08 |
| Catequina | 1218,33 | - | 90,89 | 1634,48 | - |
| Ácido Clorogênico | 85,57 | 63,94 | 39,47 | - | 14,14 |
| Ácido Cafeico | 11,06 | 9,81 | - | 69,57 | - |
| Vanilina | - | - | 8,42 | - | 2,47 |
| Ácido p-cumárico | - | 3,00 | - | - | - |
| Ácido ferúlico | - | 10,16 | - | - | - |
| Ácido m-cumárico | - | - | 0,64 | - | - |
| Ácido o-cumárico | - | - | - | - | - |
| Quercetina | - | - | - | 13,35 | - |
| Ácido Trans-cinâmico | 110,04 | 120,69 | 57,92 | - | - |
| Rutina | - | - | - | - | 713,63 |
| Resveratrol | - | - | - | 27,91 | - |
| Total | 1444,56 | 225,16 | 312,54 | 1781,77 | 740,32 |

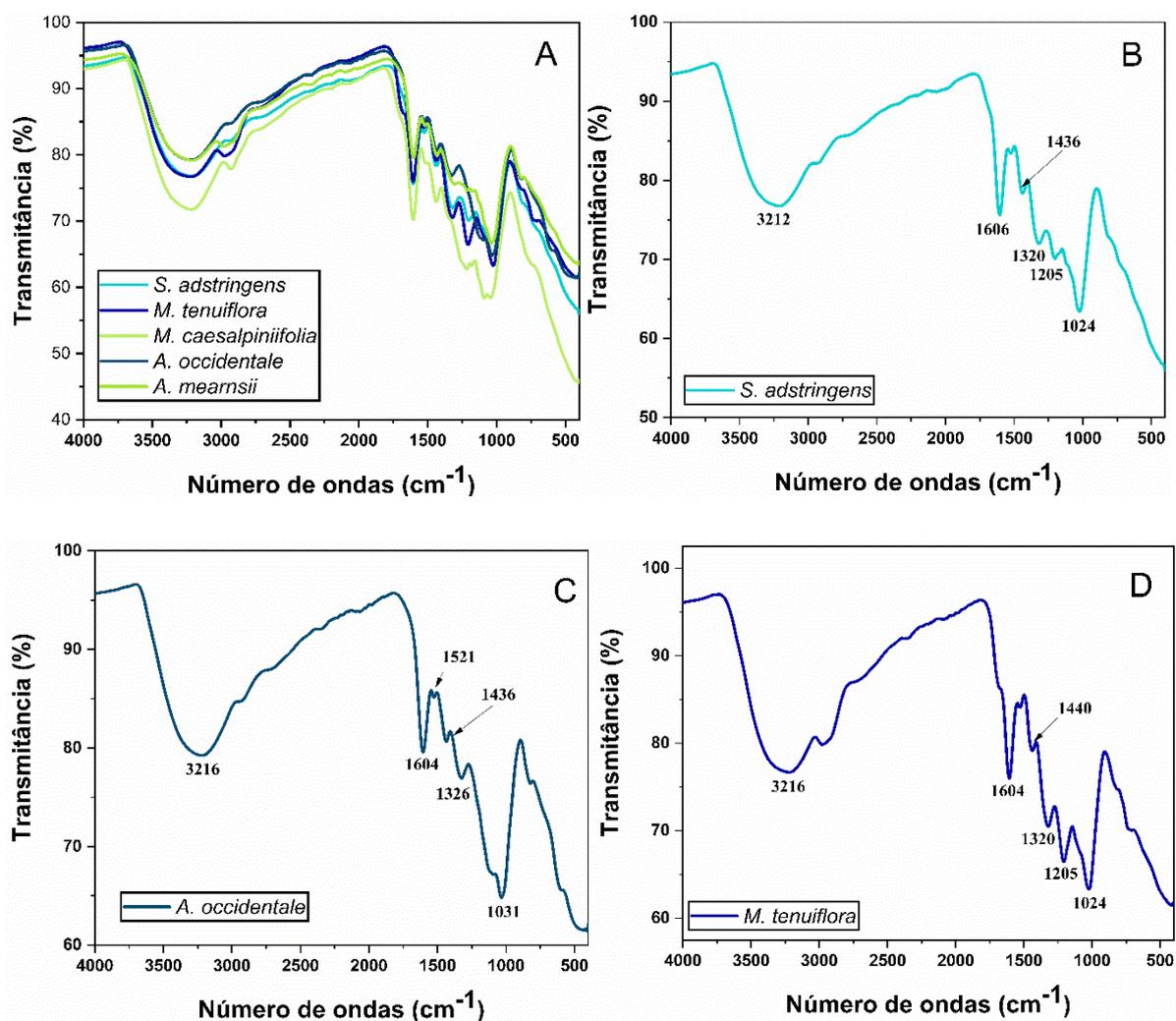
Em que: - = não identificado. Fonte: do autor (2021)

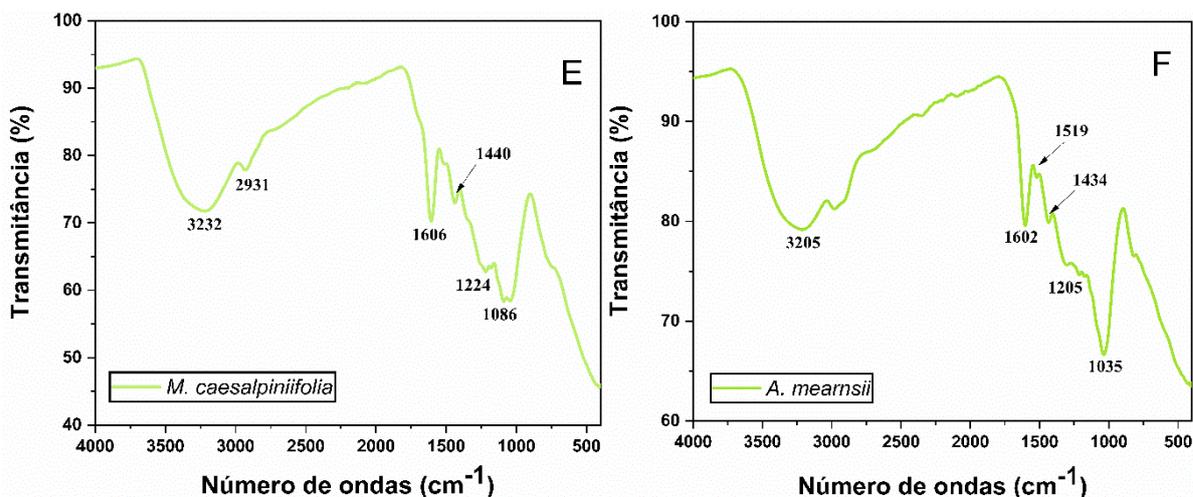
Ácido gálico (ácido 3,4,5-tri-hidroxibenzóico) foi a única substância fenólica identificada comumente para todas as espécies em estudo; pode ser encontrada de forma livre ou como constituintes dos taninos localizados em diferentes partes das árvores. Apresenta elevado apelo medicinal devido suas características antioxidantes (NG et al., 2018), anti-inflamatórias (FITZPATRICK; WOLDEMARIAM, 2017), antimicrobianas (BORGES et al., 2013), anticarcinogênica (NOWAK; OLECH; NOWACKA, 2013) e no tratamento de doenças cardiovasculares (ZANWAR et al., 2013).

O composto Rutina, assim como para *S. adstringens*, também se encontra em maior concentração nas cascas do caule da espécie *Myrcia eximia* DC. (308 mg/100g casca) (ARAUJO et al., 2020). Estudos evidenciam sua eficiência no tratamento de hemorroidas e na prevenção de câncer, doenças neurológicas e cardiovasculares (GANESHPURKAR; SALUJA, 2017; GULLÓN et al., 2017; JAVED et al., 2012). Como observado, os compostos fenólicos podem ser aplicados no tratamento e prevenção de enfermidades. Com isso, a caracterização por HLPC foi capaz de indicar o potencial das diferentes espécies avaliadas na presente pesquisa como provedora de substâncias polifenólicas para constituição de produtos fármacos.

Os espectros das análises, indicando os grupos funcionais dos taninos de *S. adstringens*, *A. occidentale*, *Mimosa tenuiflora*, *M. caesalpiniiifolia* e *A. mearnsii*, são mostrados na figura 3 (A-F). Foi possível observar a presença das bandas de ligações químicas referente as vibrações do grupo OH comum para todas as espécies estudadas, estando das regiões dos picos 3205-3232 cm^{-1} . O grupo hidroxila também foi identificado para os taninos das espécies *Anadenanthera peregrina* (3235 cm^{-1}) e *Picea sitchensis* (3400 cm^{-1}) (AJUONG; BIRKINSHAW, 2004; ZIDANES et al., 2021), evidenciando que a presença destes são comuns nas substâncias tânicas. Este comportamento também foi verificado para taninos de cascas de clones híbridos de *Eucalyptus urophylla* (SARTORI et al., 2018).

Figura 3. - Espectro FTIR dos taninos. A = Geral; B= *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville; C = *Anacardium occidentale* L.; D = *Mimosa tenuiflora* Willd.; E = *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.; F = *Acacia mearnsii* Willd.





Fonte: do autor (2021)

O grupo OH é responsável por caracterizar os taninos como substâncias reativas, favorecendo ações antioxidante (TUYEN et al., 2017), extração dos compostos fenólicos em maior quantidade quando realizado com solventes polares como metanol e etanol (NAIMA et al., 2015; VENTER et al., 2012) e por conseguirem se associar facilmente com o formaldeído na produção de adesivos naturais (PIZZI, 1983; TONDI, 2017), podendo reduzir a emissão desta substância química associada a problemas de saúde.

Ligações de C-H foram identificadas para *S. adstringens*, *M. tenuiflora*, *A. occidentale* e *M. caesalpinifolia* nas bandas de 1320-1326 e 1024-1086 cm⁻¹, além das ligações de alongamento C-H (2932 cm⁻¹) presente apenas nos taninos da *A. occidentale*. Enquanto os picos 1604-1606, 1519-1521 cm⁻¹, indicando região de ligações de C=C em anéis aromáticos, foram comuns para todas as espécies em estudo. Todas as bandas identificadas para os taninos das espécies em análise e suas atribuições podem ser observadas na tabela 4.

Tabela 4. Picos do FTIR dos taninos das cascas de *M. tenuiflora*, *M. caesalpinifolia*, *A. occidentale*, *A. mearnsii* e *S. adstringens*.

| Picos (cm⁻¹) | | | | | Atribuições |
|----------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--|
| <i>M. tenuiflora</i> | <i>M. caesalpinifolia</i> | <i>A. occidentale</i> | <i>A. mearnsii</i> | <i>S. adstringens</i> | |
| 3216 | 3232 | 3216 | 3205 | 3212 | Ligações de alongamento O-H |
| | | 2932 | | | Ligações de alongamento C-H. Alifático |
| 1604 | 1606 | 1604 | 1602 | 1606 | Ligações C=C em anéis aromáticos |
| | | 1521 | 1519 | | Ligações C=C em anéis aromáticos. |

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|---|
| 1440 | 1440 | 1436 | 1434 | 1436 | Região de curvatura C-H em anéis aromáticos; ligações C=O |
| 1320 | | 1326 | | 1320 | Ligações C-H |
| 1205 | 1224 | | 1205 | 1205 | Ligações C-O |
| 1024 | 1086 | | | 1024 | Ligações C-H |
| | | 1031 | 1035 | | Ligações C-O |

De acordo com a literatura (AJUONG; BIRKINSHAW, 2004; ENGOZOGHO ANRIS et al., 2020; PING et al., 2012; TONDI, G.; PETUTSCHNIGG, 2015; TONDI, 2017; TONDI et al., 2015). Fonte: do autor (2021)

Os picos em torno de 1605 e 1510-1535 cm^{-1} estão normalmente associadas a vibrações aromáticas de C=C, sendo comum para a maioria dos taninos condensados, onde os picos na faixa de 1510 cm^{-1} sugerem que extratos de flavonóides têm um caráter aromático mais “assimétrico”. As bandas 1450-1370 cm^{-1} indicam principalmente a curvatura vibracional de C-H, que podem ser atribuídas a flavonóides aromáticos pobres em -OH com C-H aromático não conjugado (catequina), como observados para as espécies *Schinopsis balancae* e *Pinus pinaster* (TONDI; PETUTSCHNIGG, 2015).

3.2 Atividade antioxidante

O IC_{50} corresponde a concentração necessária do agente antioxidante capaz de reduzir em 50% o radical DPPH; quanto menor o valor expresso para o IC_{50} , maior é a capacidade antirradical do produto (NEGRI; POSSAMAI; NAKASHIMA, 2009). Todos os taninos analisados apresentaram efeito antioxidante superior ao BHT (2,6-ditertbutil-4-hidroxitolueno), destacando-se a *M. caesalpiniiifolia* e *A. occidentale*, com valor médio de IC_{50} 4,4 $\mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$ (Tabela 5). Valores semelhantes foram identificados para os extratos das cascas do caule de *Tachigali guianensis* (7,3 $\mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$ do extrato) e *Tachigali glauca* (5,6 $\mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$ do extrato) (MOTA et al., 2021).

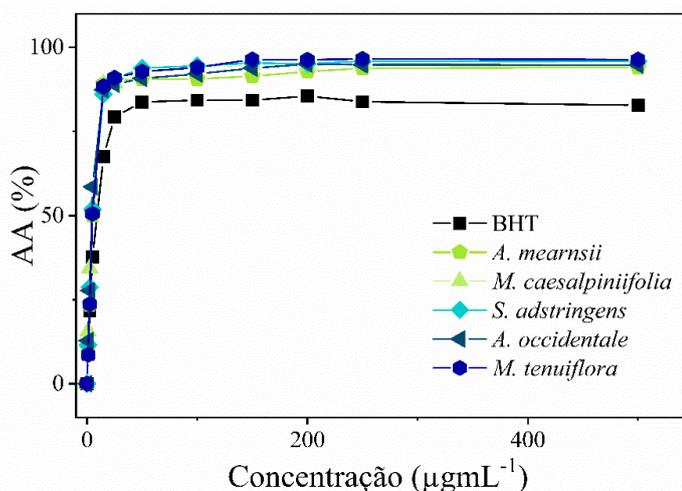
Tabela 5. Valor do IC_{50} ($\mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$ do extrato) dos extratos tânicos das cascas da *M. tenuiflora*, *M. caesalpiniiifolia*, *A. occidentale*, *A. mearnsii* e *S. adstringens*.

| Amostra | IC_{50} |
|-----------------------------|--------------------|
| BHT | 7,9020c \pm 0,12 |
| <i>A. mearnsii</i> | 5,0940b \pm 0,09 |
| <i>M. caesalpiniiifolia</i> | 4,4044a \pm 0,26 |
| <i>S. adstringens</i> | 4,9167b \pm 0,27 |
| <i>A. occidentale</i> | 4,4061a \pm 0,15 |
| <i>M. tenuiflora</i> | 5,1564b \pm 0,05 |

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo Teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: do autor (2021)

A concentração de 25 $\mu\text{g/mL}^{-1}$ dos extratos tânicos avaliados foram capazes de neutralizar em 90% os radicais livres de DPPH, enquanto BHT atingiu seu potencial antioxidante em 85% na concentração de 200 $\mu\text{g/mL}^{-1}$, se mantendo constante até 500 $\mu\text{g/mL}^{-1}$ (Figura 4). A *S. adstringens*, *M. tenuiflora*, *A. occidentale*, *A. mearnsii* e *M. caesalpinifolia*, na dosagem máxima, conseguiram inibir os radicais livres em, aproximadamente, 95, 96, 95, 94 e 96%, respectivamente.

Figura 4. Inibição de radicais livres do DPPH dos extratos das cascas.



Fonte: do autor (2021)

Esse potencial antioxidante corresponde ao fato dos compostos fenólicos, em especial os taninos, perderem facilmente seus átomos de hidrogênio do grupo hidroxila (Tabela 4) reagindo rapidamente com radicais livres que se encontram em excesso, que causam os estresses oxidativos. Pesquisadores relatam também que as substâncias tânicas são capazes de afetar as estruturas celulares, à modulação de enzimas pró-antioxidantes, assim como a eliminação superóxido e peroxila, desencadeando no equilíbrio redox celular (PANZELLA; NAPOLITANO, 2017; TUYEN et al., 2017). Os taninos condensados (proantocianidinas) são capazes de desempenhar atividade antioxidante melhor que o ácido ascórbico e α tocoferol (MOLINO et al., 2020).

Os estresses oxidativos facilitam o surgimento de doenças cardiovasculares, câncer, Alzheimer, problemas neurológicos e no pulmão, diabetes, envelhecimento precoce, assim como degradação de alimentos e danos a processos de produção de leite (ABUELO et al., 2015; BIRBEN et al., 2012; LYRAS et al., 1997; RABÊLO et al., 2010). Além disso, o BHT, antirradical de origem sintética mais utilizado nas industriais, principalmente de alimentos e cosméticos, tem sua utilização restrita em alguns países por se tornar tóxico com o passar do

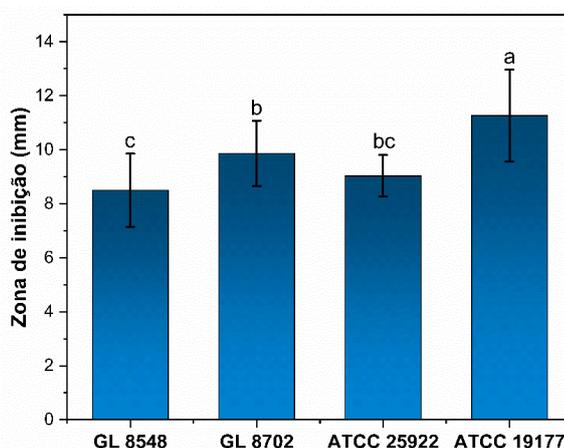
tempo (ANDRADE et al., 2012; BAUER et al., 2001; TENORE et al., 2011); Evidenciando a necessidade da busca de antioxidantes, principalmente de fontes naturais.

Com isso, foi possível aferir, a partir do teste realizado, que os taninos das espécies em estudo desempenham papel antioxidante superior ao comumente utilizado nas indústrias, surgindo como alternativa para formulação de novos antioxidantes de origem natural com alta eficiência, podendo auxiliar na prevenção e tratamento de enfermidades ocasionadas pelos estresses oxidativos e reduzir a possibilidade de causar problemas de saúde aos consumidores de produtos com adição de antirradical.

3.3 Atividade antimicrobiana

Listeria monocytogenes foi a bactéria mais sensível a taninos, obtendo-se halos de inibição com diâmetro médio 11,26 cm, seguido por *S. aureus* GL8702 (9,86 cm), *E. coli* (9,03 cm) e *S. aureus* GL8548 (8,5 cm) (Figura 5). Ao fazer o paralelo com a aplicação do antibiótico, foi possível observar que *E. coli* apresentou maior resistência, com halo de inibição de $9,56 \pm 0,4$ cm, se assemelhando a eficiência dos taninos. Entretanto, apesar da *S. aureus* GL8702 ter apresentado maior sensibilidade ao uso dos taninos, ela foi mais resistente ao uso do antibiótico com zona inibitória de $13,66 \pm 0,76$ cm. Enquanto *S. aureus* GL8548 ($19,33 \pm 0,57$ cm) e *L. monocytogenes* ($20,5 \pm 0,5$ cm) foram inibidos, de forma mais expressiva, com o uso do medicamento. Ficou evidente também que, apesar das diferentes cepas de *S. aureus* pertencerem a mesma espécie, seus isolados e origem de coleta pode reagir de forma distintas ao uso de antimicrobianos.

Figura 5. Sensibilidade bacteriana ao uso dos taninos. Em que: GL8702 = *Staphylococcus aureus*; GL8528 = *Staphylococcus aureus*; ATCC 19177 = *Listeria monocytogenes*; ATCC 25922 = *Escherichia coli*.

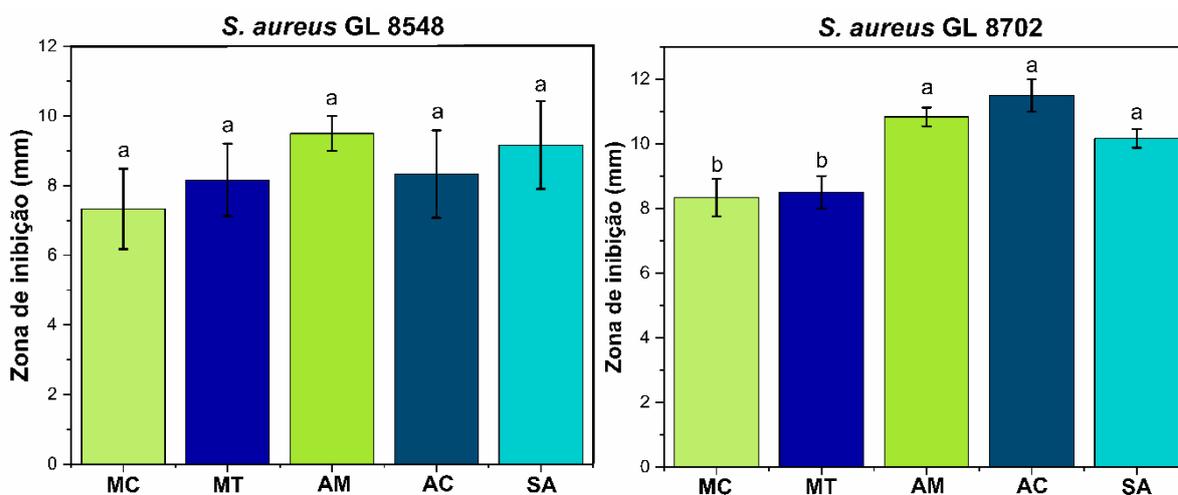


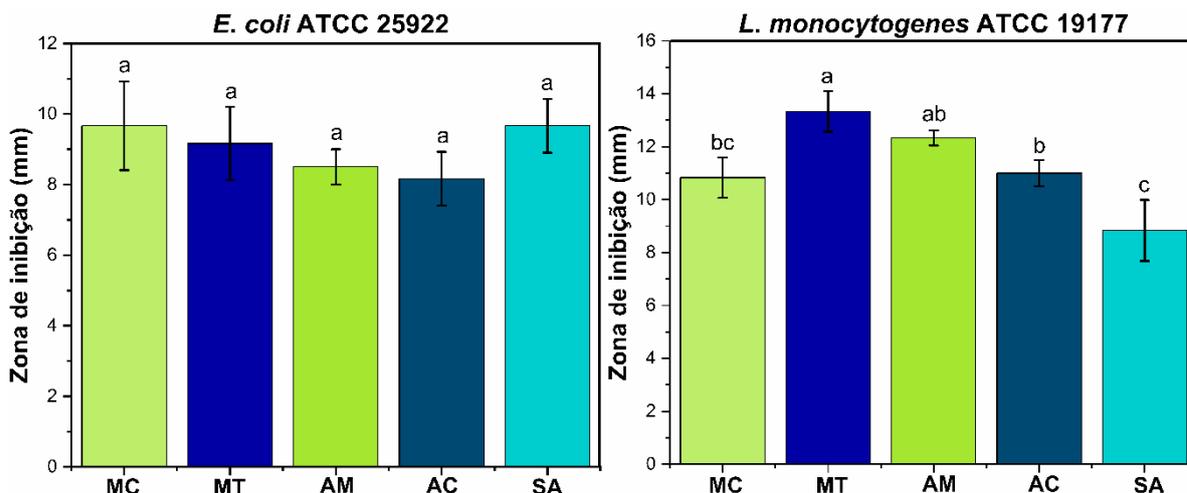
As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância. Fonte: do autor (2021)

Os taninos são agentes bioativos capazes de precipitar as proteínas de forma irreversível (FRAGA-CORRAL et al., 2020; PIZZI, 2019), o que justifica sua interação com microrganismo prejudicando seu desenvolvimento, pois se associam com as membranas bacterianas ocasionando a desestabilização estrutural, o caracterizando como antimicrobiano. De acordo com Scalbert (1991), os taninos também atuam como inibidores de enzimas e agem como moléculas quelantes, afetando o crescimento bacteriano. Estas afirmações corroboram com o observado na presente pesquisa, onde as substâncias tânicas apresentaram efeito inibitório em todas as cepas em estudo associadas a toxificação alimentar.

Ao fazer comparativo entre os taninos em análise com as diferentes bactérias em estudo, foi possível constatar que para *E. coli* e *S. aureus* GL8548, todas as substâncias tânicas apresentaram efeito antimicrobiano similar, não diferindo entre si significativamente (Figura 6). *M. tenuiflora* e *A. mearnsii*, quando comparado com as demais espécies, desempenharam melhor efeito inibitório ao serem aplicadas contra *L. monocytogenes*, sendo os taninos da *S. adstringens* com menor ação antimicrobiana (8,83±1,15 cm). A maior sensibilidade de *S. aureus* GL8702 foi observada para aplicação da *A. mearnsii*, *A. occidentale* e *S. adstringens*, com diâmetros de inibição 10,83±0,28, 11,5±0,5 e 10,26±0,26 cm, respectivamente.

Figura 6. Comparativo da atividade antimicrobiana dos taninos (Concentração de 25 mg/mL) frente a espécies de bactérias associadas a toxificação alimentar. Em que: MC= *M. caesalpinifolia*; MT= *M. tenuiflora*; AM= *A. mearnsii*; AC= *A. occidentale*; AS= *S. adstringens*.





As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de significância. Fonte: do autor (2021)

A avaliação da concentração inibitória mínima (CIM) e bactericida mínima (CMB) conseguiu apontar que todos os taninos apresentaram efeito bacteriostático e bactericida, além de indicar concentrações distintas para cada tanino diante as bactérias em análises (Tabela 6). *A. mearnsii* conseguiu inibir o desenvolvimento de *S. aureus* GL8542 e GL8702 nas concentrações de 0,78 e 1,56 mg/mL, respectivamente, sem apresentar crescimento em placa. Enquanto a *S. adstringens*, conseguiu o mesmo efeito até a concentração de 6,25 mg/mL para ambas, se assemelhando a *M. tenuiflora* para a cepa GL8702. *L. monocytogenes* foi mais sensível ao uso dos taninos, sendo inibido totalmente nas concentrações 1,56 mg/mL por *S. adstringens*, *M. caesalpinifolia* e *A. occidentale*; 0,78 mg/mL *A. mearnsii* e 0,39 mg/mL pela *M. tenuiflora*. Em contrapartida, *E. coli* mostrou-se a cepa mais resistente, sendo inibida parcialmente na concentração de 1,56 mg/mL por *A. occidentale* e totalmente na concentração de 3,12 mg/mL pela mesma espécie e pela *A. mearnsii* e *M. tenuiflora*.

Tabela 6. Concentração inibitória mínima (CIM) e bactericida mínima (CMB) do uso dos taninos como agentes antimicrobianos.

| Concentração mg/mL | <i>S. aureus</i> GL 8542 | | | | |
|-----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|
| | <i>S. adstringens</i> | <i>M. tenuiflora</i> | <i>A. Mearnsii</i> | <i>M. caesalpinifolia</i> | <i>A. occidentale</i> |
| 12,5 | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| 6,25 | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| 3,12 | ++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| 1,56 | - | +++ | +++ | ++ | ++ |
| 0,78 | - | ++ | +++ | ++ | ++ |
| 0,39 | - | - | - | - | - |
| 0,19 | - | - | - | - | - |

| <i>S. aureus</i> GL 8702 | | | | | |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 12,5 | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| 6,25 | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| 3,12 | ++ | - | +++ | ++ | ++ |
| 1,56 | ++ | - | +++ | ++ | ++ |
| 0,78 | ++ | - | - | - | ++ |
| 0,39 | ++ | - | - | - | - |
| 0,19 | - | - | - | - | - |
| <i>L. monocytogenes</i> ATCC 19177 | | | | | |
| 12,5 | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| 6,25 | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| 3,12 | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| 1,56 | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| 0,78 | ++ | +++ | +++ | ++ | ++ |
| 0,39 | ++ | +++ | - | ++ | ++ |
| 0,19 | - | - | - | - | - |
| <i>E. coli</i> ATCC 25922 | | | | | |
| 12,5 | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| 6,25 | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| 3,12 | ++ | +++ | +++ | ++ | +++ |
| 1,56 | - | - | - | - | ++ |
| 0,78 | - | - | - | - | - |
| 0,39 | - | - | - | - | - |
| 0,19 | - | - | - | - | - |

Em que: +++ = inibição alta; ++ = inibição moderada; - = inibição inexistente . Fonte: do autor (2021)

Estes resultados encontrados na presente pesquisa se assemelham aos observados por outros pesquisadores. Araújo *et al.* (2018) ao aplicar os taninos da *A. occidentale* verificou sua eficiência como bactericida na concentração de 6,25 e 3,12 mg/mL para diferentes bactérias cariogênicas. Trevisan *et al.* (2020) ao aplicar os taninos de *S. adstringens* conseguiu encontrar eficiência inibitória na concentração de 0,25 mg/mL em diferentes cepas de *S. aureus*. O extrato tânico da casca do caule *M. tenuiflora* foi eficaz como antimicrobiano frente a isolados clínicos de *S. aureus* entre as concentrações de 0,18 e 0,36 mg/mL, sendo este fator justificado pela presença de diferentes compostos fenólicos, como os taninos (PADILHA *et al.*, 2010).

Foi possível identificar que a *E. coli* foi a cepa mais resistente ao uso dos taninos e ao antibiótico quando comparada com as demais bactérias; comportamento preocupante nas diferentes áreas da saúde (OLORUNMOLA; KOLAWOLE; LAMIKANRA, 2013; POIREL *et al.*, 2018b) e que tem incentivado a busca por novas substâncias químicas para formulação de antibióticos com eficiência no tratamento de infecções ocasionadas por ela. Esta característica de resistência pode estar associada ao fato de ela pertencer ao grupo das gram-negativas, onde os taninos desempenham seu papel antimicrobiano de forma mais expressiva quando usados em gram-positivas (MOLINO *et al.*, 2020) como exemplo as do gênero *Listeria* e

Staphylococcus. Entretanto, apesar das variações de ação dos diferentes taninos em cada cepa bacteriana, é possível aferir que todas desempenharam seu papel antimicrobiano frente as bactérias associadas a toxinfecção alimentar.

4. CONCLUSÃO

A valor de taninos condensados foi mais significativo para a *S. adstringens*. A caracterização da composição polifenólica das cascas identificou a catequina e rutina como as mais expressivas em concentração, servindo como indicativo que as espécies *M. tenuiflora*, *M. caesalpiniiifolia*, *A. occidentale*, *A. mearnsii* e *S. adstringens* podem ser fornecedoras de diferentes substâncias fenólicas para fabricação de medicamentos destinados ao tratamento de diversas doenças. A hidroxila (OH) foi o grupo funcional comum para todos os taninos, isso justifica o elevado potencial antioxidante das diferentes espécies em estudo, sendo superior ao antirradical mais utilizado em escala industrial.

Os testes antimicrobianos com os taninos apresentaram resultados promissores, constatando que estas moléculas são capazes de inibir o desenvolvimento de diferentes bactérias associadas a toxinfecção alimentar, sendo a *L. monocytogenes* a mais sensível ao uso destas substâncias e a *E. coli* a mais resistente. Com isso, é possível aferir que os taninos possuem elevado potencial bioativo, servindo como alternativa para formulação de novos produtos de origem natural que possam ser aplicados como antioxidantes em alimentos de prateleiras, cosméticos e medicamentos, assim como antimicrobianos no tratamento de toxifecção alimentar de origem bacteriana.

5. AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa teve o suporte financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

6. REFERÊNCIAS

ABUELO, A. et al. The importance of the oxidative status of dairy cattle in the periparturient period: Revisiting antioxidant supplementation. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 99, n. 6, p. 1003-1016, 2015.

AJUONG, E. M. A.; BIRKINSHAW, C. The effects of acetylation on the extractives of Sitka Spruce (*Picea sitchensis*) and Larch (*Larix leptolepis*) wood. **Holz als Roh - und Werkstoff**, v. 62, n. 3, p. 189–196, 6 jun. 2004..

ANDRADE, M. A. et al. Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum*

e *Zingiber officinale*: Composição, atividades antioxidante e antibacteriana. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 43, n. 2, p. 399–408, 2012.

ARAUJO, E. S. et al. Characterisation and valorisation of the bark of *Myrcia eximia* DC. Trees from the Amazon rainforest as a source of phenolic compounds. **Holzforschung**, v. 74, n. 10, p. 989–998, 1 out. 2020.

ARAUJO, E. S. et al. 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 Production**, v. 280, p. 124324, 20 jan. 2021.

ARAÚJO, J. S. C. et al. Antibacterial activity against cariogenic bacteria and cytotoxic and genotoxic potential of *Anacardium occidentale* L. and *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan extracts. **Archives of Oral Biology**, v. 85, p. 113–119, 1 jan. 2018.

AZEVEDO, T. K. B. de et al. Teor de Taninos Condensados Presente na Casca de Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora*) em Função das Fenofases. **Floresta e Ambiente**, v. 24, n. 0, p. 26613, 13 jul. 2017.

BASSO, M. et al. MALDI-TOF and ¹³C NMR Analysis of Tannin–Furanic–Polyurethane Foams Adapted for Industrial Continuous Lines Application. **Polymers**, v. 6, n. 12, p. 2985–3004, 17 dez. 2014.

BAUER, A. K. et al. The lung tumor promoter, butylated hydroxytoluene (BHT), causes chronic inflammation in promotion-sensitive BALB/cByJ mice but not in promotion-resistant CXB4 mice. **Toxicology**, v. 169, n. 1, p. 1–15, 1 nov. 2001.

BELLO, A. et al. Aminomethylation of spruce tannins and their application as coagulants for water clarification. **Separation and Purification Technology**, v. 242, p. 116765, 1 jul. 2020.

BINTSIS, T. Foodborne pathogens. **AIMS Microbiology**, v. 3, n. 3, p. 529–563, 2017.

BIRBEN, E. et al. Oxidative stress and antioxidant defense. **World Allergy Organization Journal**, v. 5, n. 1, p. 9-19, jan. 2012.

BOLD, J.; ROSTAMI, K. Foodborne, food related illness and role of the healthcare professionals. **Gastroenterology and Hepatology from Bed to Bench**, v. 4, n. 1, p. 1–2, 2011.

BORGES, A. et al. Antibacterial activity and mode of action of ferulic and gallic acids against pathogenic bacteria. **Microbial Drug Resistance**, v. 19, n. 4, p. 256–265, 1 ago. 2013.

CANIÇA, M. et al. Antibiotic resistance in foodborne bacteria. **Trends in Food Science and Technology**, v. 84, p. 41-44, fev. 2019.

COCK, I. E. et al. Bioactive compounds sourced from *Terminalia* spp. in bacterial malodour prevention: an effective alternative to chemical additives. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 41, n. 5, p. 496–508, 3 out. 2019.

CLSI- Clinical & Laboratorial Standards Institute. **CLSI M100-ed28:2018 Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing**. approved standard. ninth edition ed. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute 2018

CLSI- Clinical & Laboratorial Standards Institute. **Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically**; approved standard. ninth edition ed. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute 2019.

ENGOZOGHO ANRIS, S. P. et al. Maldi-ToF analysis and FTIR characterization of Aucoumea klaineana Pierre (Okoume) sapwood and heartwood condensed tannins from Gabon's natural forest. **Wood Science and Technology**, v. 54, n. 4, p. 907–928, 1 jul. 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: Um sistema computacional de análise estatística. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes : An R Package for ANOVA and Experimental Designs. November, p. 2952–2958, 2014.

FITZPATRICK, L. R.; WOLDEMARIAM, T. Small-Molecule Drugs for the Treatment of Inflammatory Bowel Disease. **Compr. Med. Chem. III**. [S.l.]: Elsevier Inc., 2017. v. 5–8. p. 495–510.

FRAGA-CORRAL, M. et al. Technological Application of Tannin-Based Extracts. **Molecules**, v. 25, n. 3, p. 614, 30 jan. 2020.

GANESHPURKAR, A.; SALUJA, A. K. The Pharmacological Potential of Rutin. **Saudi Pharmaceutical Journal**, v. 25, n. 2, p. 149-164, 1 fev. 2017.

GUANGCHENG, Z.; YUNLU, L.; YAZAKI, Y. Extractives yields, stiasny values and polyflavanoid contents in barks from six acacia species in Australia. **Australian Forestry**, v. 54, n. 3, p. 154–156, 1991.

GULLÓN, B. et al. Rutin: A review on extraction, identification and purification methods, biological activities and approaches to enhance its bioavailability. **Trends in Food Science and Technology**, v. 67, p. 220-235, 1 set. 2017

HEREDIA, N.; GARCÍA, S. Animals as sources of food-borne pathogens: A review. **Animal Nutrition**, v. 4, n. 3, p. 250-255, 1 set. 2018

HEZAM, A. M.; AL-JASIMME, A. S.; EMRAN, F. K. A review on bacterial food-borne disease. **International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences**, v. 10, n. 4, p. 3223–3228, 16 out. 2019.

JAVED, H. et al. Rutin prevents cognitive impairments by ameliorating oxidative stress and neuroinflammation in rat model of sporadic dementia of Alzheimer type. **Neuroscience**, v. 210, p. 340–352, 17 maio 2012.

JONES, K. E. et al. Global trends in emerging infectious diseases. **Nature**, v. 451, n. 7181, p. 990–993, 21 fev. 2008.

KADARIYA, J.; SMITH, T. C.; THAPALIYA, D. Staphylococcus aureus and Staphylococcal Food-Borne Disease: An Ongoing Challenge in Public Health. **BioMed Research International**, n. 2014, p. 1-9, 2014

KUCHENMÜLLER, T. et al. Estimating the global burden of foodborne diseases--a collaborative effort. **Euro surveillance : bulletin européen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin**, v. 14, n. 18, 2009.

- LYRAS, L. et al. An assessment of oxidative damage to proteins, lipids, and DNA in brain from patients with Alzheimer's disease. **Journal of Neurochemistry**, v. 68, n. 5, p. 2061–2069, 1997.
- MAISETTA, G. et al. Tannin profile, antioxidant properties, and antimicrobial activity of extracts from two Mediterranean species of parasitic plant *Cytinus*. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 19, n. 1, p. 82, 5 abr. 2019.
- MIN, B. R. et al. Effect of tannins on the in vitro growth of *Escherichia coli* O157:H7 and in vivo growth of generic *Escherichia coli* excreted from steers. **Journal of Food Protection**, v. 70, n. 3, p. 543–550, 2007.
- 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, 11 mar. 2020.
- MOTA, G. S. et al. Bark Characterization of *Tachigali guianensis* and *Tachigali glauca* from Amazon under Valorization Perspective. **BioResources**, v. 16, n. 2, p. 2953–2970, 2021.
- MOTA, G. S. et al. Bark anatomy, chemical composition and ethanol-water extract composition of *Anadenanthera peregrina* and *Anadenanthera colubrina*. **PLOS ONE**, v. 12, n. 12, p. e0189263, 27 dez. 2017.
- NAIMA, R. et al. Comparison of the impact of different extraction methods on polyphenols yields and tannins extracted from Moroccan *Acacia mollissima* barks. **Industrial Crops and Products**, v. 70, p. 245–252, 1 ago. 2015.
- NEGRI, M. L. S.; POSSAMAI, J. C.; NAKASHIMA, T. Antioxidant activity of “espinheira-santa” - *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss., leaves dried in different temperatures. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 19, n. 2 B, p. 553–556, 2009.
- NG, T. B. et al. Methyl Gallate as an Antioxidant and Anti-HIV Agent. **HIV/AIDS Oxidative Stress Diet. Antioxidants**. [S.l.]: Elsevier, 2018. p. 161–168.
- NOWAK, R.; OLECH, M.; NOWACKA, N. Plant Polyphenols as Chemopreventive Agents. **Polyphenols Hum. Heal. Dis.** [S.l.]: Elsevier Inc., 2013. v. 2. p. 1289–1307.
- OLORUNMOLA, F. O.; KOLAWOLE, D. O.; LAMIKANRA, A. Antibiotic resistance and virulence properties in *Escherichia coli* strains from cases of urinary tract infections. **African Journal of Infectious Diseases**, v. 7, n. 1, p. 1–7, 18 fev. 2013.
- PADILHA, I. Q. M. et al. Antimicrobial activity of *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. from northeast Brazil against clinical isolates of *Staphylococcus aureus*. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 20, n. 1, p. 45–47, 2010.
- PANZELLA, L.; NAPOLITANO, A. Natural phenol polymers: Recent advances in food and health applications. **Antioxidants**, v. 6, n. 2, p. 30, 2017.
- PIGOTT, D. C. Foodborne Illness. **Emergency Medicine Clinics of North America**, v. 26, n. 2, p. 475–497, 1 maio 2008
- PING, L. et al. Condensed tannins from grape pomace: Characterization by FTIR and MALDI TOF and production of environment friendly wood adhesive. **Industrial Crops and Products**, v. 40, n. 1, p. 13–20, 1 nov. 2012.

PIZZI, A. Tannins: Prospectives and Actual Industrial Applications. **Biomolecules**, v. 9, n. 8, p. 344, 5 ago. 2019.

PIZZI, A. **Wood adhesives: chemistry and technology**. New York: M. Dekker, 1983. v. 1, 364 p.

POIREL, L. et al. Antimicrobial Resistance in Escherichia coli. **Microbiology Spectrum**, v. 6. p. 289–316, 2018.

R Development Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>

RABÊLO, L. A. et al. Redox unbalance: NADPH oxidase as therapeutic target in blood pressure control. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 94, n. 5, p. 666-675, 2010.

RODRÍGUEZ-MORALES, A. J. et al. Estimating and mapping the incidence of giardiasis in Colombia, 2009–2013. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 49, p. 204–209, 1 ago. 2016.

SARTORI, C. J. et al. Rendimento gravimétrico em taninos condensados nas cascas de Anadenanthera peregrina em diferentes classes diamétricas. **Cerne**, v. 20, n. 2, p. 239–244, 2014.

SARTORI, C. J.; CASTRO, A. H. F.; MORI, F. A. Teores de fenóis totais e taninos nas cascas de angico-vermelho (Anadenanthera peregrina). **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 3, p. 394–400, 2014.

SARTORI, C. J. et al. Tannin Extraction and Characterization of Polar Extracts from the Barks of Two Eucalyptus urophylla Hybrids. **Bioresources**, v. 3, n. 13, p.4820-4831, 2018.

SCALBERT, A. Antimicrobial properties of tannins. **Phytochemistry**. v. 30, n. 12, p. 3875-3883, 1 jan. 1991

SCALLAN, E. et al. Foodborne illness acquired in the United States-Major pathogens. **Emerging Infectious Diseases**, v. 17, n. 1, p. 7–15, jan. 2011.

SHONHIWA, A. M. et al. A review of foodborne diseases outbreaks reported to the outbreak response unit, national institute for communicable diseases, South Africa, 2013–2017. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 79, p. 73, 1 fev. 2019.

SILVA, C. J. Food Forensics: Using Mass Spectrometry to Detect Foodborne Protein Contaminants, as Exemplified by Shiga Toxin Variants and Prion Strains. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, n. 32, p. 8435–8450, 15 ago. 2018.

SIMLAI, A. Analysis of and correlation between phytochemical and antimicrobial constituents of Ceriops decandra, a medicinal mangrove plant, from Indian Sundarban estuary. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 6, n. 32, 22 ago. 2012.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, 1965.

SOUSA, T. B. et al. Chemical and structural characterization of Myracrodruon urundeuva barks

aiming at their potential use and elaboration of a sustainable management plan. **Biomass Conversion and Biorefinery**, p. 1–11, 25 out. 2020.

SUN, B.; RICARDO-DA-SILVA, J. M.; SPRANGER, I. Critical Factors of Vanillin Assay for Catechins and Proanthocyanidins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, n. 10, p. 4267–4274, 1998.

TENORE, G. C. et al. Antimicrobial and antioxidant properties of the essential oil of *Salvia lanigera* from Cyprus. **Food and Chemical Toxicology**, v. 49, n. 1, p. 238–243, jan. 2011.

TEIXEIRA, M. L. et al. *Citrumelo Swingle*: Caracterização Química, Atividade Antioxidante e Antifúngica dos Óleos Essenciais das Cascas Frescas e Secas. **Magistra**, Cruz das Almas-Bahia, v. 24, n. 3, p. 194-203, jul./set. 2012.

TONDI, G.; PETUTSCHNIGG, A. Middle infrared (ATR FT-MIR) characterization of industrial tannin extracts. **Industrial Crops and Products**, v. 65, p. 422–428, 1 mar. 2015.

TONDI, G. et al. A simple approach to distinguish classic and formaldehyde-free tannin based rigid foams by ATR FT-IR. **Journal of Spectroscopy**, v. 2015, 26 fev. 2015.

TONDI, G. Tannin-Based Copolymer Resins: Synthesis and Characterization by Solid State ¹³C NMR and FT-IR Spectroscopy. **Polymers**, v. 9, n. 12, p. 223, 13 jun. 2017.

TRENTIN, D. S. et al. Tannins Possessing Bacteriostatic Effect Impair *Pseudomonas aeruginosa* Adhesion and Biofilm Formation. **PLoS ONE**, v. 8, n. 6, p. e66257, 11 jun. 2013.

TREVISAN, D. A. C. et al. Antibacterial activity of Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) against *Staphylococcus aureus*: in vitro and in silico studies. **Letters in Applied Microbiology**, v. 71, n. 3, p. 259–271, 4 set. 2020.

TUYEN, P. et al. Phenolic Compositions and Antioxidant Properties in Bark, Flower, Inner Skin, Kernel and Leaf Extracts of *Castanea crenata* Sieb. et Zucc. **Antioxidants**, v. 6, n. 2, p. 31, 5 maio 2017.

VENTER, P. B. et al. Analysis of commercial proanthocyanidins. Part 3: The chemical composition of wattle (*Acacia mearnsii*) bark extract. **Phytochemistry**, v. 83, p. 153–167, 1 nov. 2012.

WHO - (World Health Organization). **E. coli**. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>> WHO (World Health Organization)>.

WHO - (World Health Organization). **Food safety**. Disponível em: <<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>>

ZANWAR, A. A. et al. Role of Gallic Acid in Cardiovascular Disorders. **Polyphenols Hum. Heal. Dis.** [S.l.]: Elsevier Inc., 2013. v. 2. p. 1045–1047.

ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chemistry**, v. 64, n. 4, p. 555–559, 1 mar. 1999.

ZIDANES, U. L. et al. Preparation and characterization of tannin-based adhesives reinforced with cellulose nanofibrils for wood bonding. **Holzforschung**, v. 75, n. 2, p. 159–167, 1 fev. 2021.