

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA BACHARELADO EM
ENGENHARIA FLORESTAL

Rogério Emmanuel Rodrigues Campos

**QUANTIFICAÇÃO DE FENÓIS E TANINOS NAS CASCAS DE *Piptadenia*
gonoacantha (Mart.) Macbr e *Erythrina verna*.**

São João Evangelista

2024

ROGÉRIO EMMANUEL RODRIGUES CAMPOS

QUANTIFICAÇÃO DE FENÓIS E TANINOS NAS CASCAS DE *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr e *Erythrina verna*

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia
Florestal do Instituto Federal de Minas
Gerais – *Campus* São João Evangelista
para obtenção do grau de bacharelado
em Engenharia Florestal.

Orientadora: Dra. Caroline Junqueira
Sartori

São João Evangelista

2024

FICHA CATALOGRÁFICA PARA TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

C198q Campos, Rogério Emmanuel Rodrigues.
Quantificação de fenóis e taninos nas cascas de
Piptadenia gonoacantha (Mart.) Macbr e *Erythrina verna* /
Rogério Emmanuel Rodrigues Campos – 2024.
29f.

Orientador: Dra. Caroline Junqueira Sartori.
Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em
Engenharia Florestal) – Instituto Federal Minas Gerais.
Campus São João Evangelista, 2024.

1. Folin-Denis. 2. Stiasny. 3. Taninos. 4. Compostos
fenólicos. I. Campos, Rogério Emmanuel Rodrigues. II.
Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* SJE. III. Título.

CDD 572.84

Catálogo: Esther Soares Cunha - CRB-6/MG- 003372/P


Rogério Emmanuel Rodrigues Campos

QUANTIFICAÇÃO DE FENÓIS E TANINOS NAS CASCAS DE
Piptadenia
gonoacantha (Mart.) Macbr e Erythrina verna


Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Bacharelado em
Engenharia Florestal, do Instituto
Federal de Minas Gerais – Campus São
João Evangelista, para obtenção do grau
de bacharel em Engenharia Florestal.

Orientadora: Dra. Caroline
Junqueira Sartori


Aprovado em: 22/02/2024 pela banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 CAROLINE JUNQUEIRA SARTORI
Data: 23/02/2024 16:06:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr^a. Caroline Junqueira Sartori - IFMG (Orientadora)

Documento assinado digitalmente
 VALERIA SANTOS CAVALCANTE
Data: 25/02/2024 20:01:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Valéria Santos Cavalcante - IFMG

Documento assinado digitalmente
 LARISSA NARA NASCIMENTO DE MIRANDA
Data: 26/02/2024 12:39:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Larissa Nara Nascimento de Miranda – UFLA

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, minha mãe, meus familiares, amigos presentes nessa trajetória e aos professores que contribuíram nessa etapa tão importante.

“O próprio Senhor irá à sua frente e estará com você; Ele nunca o deixará, nunca o abandonará. Não tenha medo! Não se desanime!” Deuteronômio 31:8

RESUMO

Os compostos fenólicos, são produtos presentes nas plantas em função do seu metabolismo secundário, os quais, tem demonstrado papel importante em diferentes segmentos industriais. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi quantificar os compostos fenólicos e taninos nas cascas de Mulungu (*Erythrina verna*) e Pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) (Mart.) Macbr. Para isso, foram coletadas as cascas de mulungu e pau-jacaré no *campus* do IFMG-SJE, na cidade de São João Evangelista. As cascas foram secas ao livre, moídas em moinho martelo, e peneiradas em conjunto de peneiras de granulometria em 40 e 60 Mesh. Para a extração de fenóis. foram utilizados o correspondente a 600 mg de cascas secas moídas e retidas na peneira de 60 mesh, em 30 mL de etanol a 50% (v/v), em maceração a frio e agitação durante 4 horas. A quantificação foi realizada pelo método colorimétrico de Folin-Denis, usando-se como padrão solução de ácido tânico. Para a quantificação do rendimento gravimétrico em taninos condensados, a extração foi realizada em água, na relação de 1:15 (m/v), e adicionados 3% de sulfito de sódio com relação a massa de casca. A extração foi realizada em banho-maria, a uma temperatura de 70 °C, por 2 horas. Foi determinada a massa de cada extrato, o teor de sólidos totais, o rendimento em sólidos, o teor de taninos condensados e teor de compostos não tânicos. Os resultados de Fenóis Totais, Rendimento em sólidos, Índice de Stiasny, teor de tanino condensado e teor de compostos não tânicos foram analisados estatisticamente. A análise estatística das variáveis analisadas revelou diferença significativa, exceto para os teores de compostos não tânicos. A *Piptadenia gonoacantha* apresentou maior potencial de produção de compostos fenólicos, com 5,35% de fenóis totais, 63,14% de Índice de Stiasny e 19,39% de taninos condensados. Indicando o potencial da *Piptadenia gonoacantha* para a extração de compostos fenólicos.

Palavras chave: Folin-Denis. Stiasny. Taninos. Compostos Fenólicos.

ABSTRACT

Phenolic compounds are products present in plants due to their secondary metabolism, which have shown an important role in different industrial segments. In light of the foregoing, the objective of this study was to quantify phenolic compounds and tannins in the bark of Mulungu (*Erythrina verna*) and Pau-jacaré (*Piptadenia gonoacatha*) (Mart.) Macbr. For this study, the bark of mulungu and pau-jacaré was collected on the campus of IFMG-SJE, in the city of São João Evangelista. The barks were air-dried, ground in a hammer mill, and their particle size was classified as 40-60 Mesh. For the extraction of phenols, the equivalent of 600 mg of ground and sieved bark (60 mesh) was used, in 30 mL of 50% (v/v) ethanol, through cold maceration and agitation for 4 hours. Quantification was performed using the Folin-Denis colorimetric method, with tannic acid solution as the standard. For the quantification of gravimetric yield in condensed tannins, the extraction was carried out in water, in a ratio of 1:15 (w/v), with the addition of 3% sodium sulfite relative to the mass of bark. The extraction was performed in a water bath at a temperature of 70 °C for 2 hours. The mass of each extract, total solids content, solid yield, condensed tannin content, and non-tannic compound content were determined. The results of Total Phenols, Solid Yield, Stiasny Index, condensed tannin content, and non-tannic compound content were statistically analyzed. The statistical analysis of the variables revealed significant differences, except for the levels of non-tannic compounds. Pau Jacaré showed a higher potential for the production of phenolic compounds, with 5.35% total phenols, 63.14% Stiasny Index, and 19.39% condensed tannins, indicating the potential of Pau Jacaré for the extraction of phenolic compounds.

Keywords: Folin-denis. Stiasny. Tannins. Phenolic Compounds.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Piptadenia gonoacantha	11
2.2 Erythrina verna	12
2.3 Utilizações dos compostos fenólicos	12
2.4 Métodos de extração	16
2.5 Métodos de quantificação	17
2.5.1 Folin-Denis	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Caracterização da área de estudo e coleta dos materiais	18
3.2 Quantificação de fenóis totais	19
3.2.1 Preparo dos extratos para quantificação de fenóis totais	19
3.2.2 Quantificação de fenóis totais pelo método de folin-denins	19
3.3 Rendimento gravimétrico em taninos	19
3.3.1 Extração	19
3.3.2 Determinação do Teor de sólidos.....	20
3.3.3 Determinação do Índice de Stiasny e teor de taninos condensados	20
3.4 Análise estatística	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5 CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

A utilização de plantas na base da medicina é tão antiga quanto se pode imaginar. A procura pela cura de doenças, fabricação de armas, alimentação é tão antiga quanto à própria espécie humana. Dentre as diversas partes das plantas que são utilizadas para estes fins, podemos destacar as cascas das árvores. Algumas civilizações antigas se destacam neste cenário de produção de fitoterápicos, como a civilização egípcia, greco-romana e a mais surpreendente neste aspecto: a chinesa. Ainda há muitos estudos em virtude de alguns métodos utilizados pelos chineses para buscar o entendimento de como determinadas plantas eram utilizadas, isolando os princípios ativos e elaborando experimentos para saber o real poder medicinal de tais plantas (LAMOUNIER, 2010).

A determinação da composição química das cascas são mais complexas do que a da madeira. As cascas possuem uma variabilidade muito maior do que a madeira propriamente dita, a aplicação de alguns procedimentos para quantificação de compostos que são satisfatórios na madeira, se aplicados em cascas produzem resultados insatisfatórios e por vezes errôneos. Como por exemplo, o método de extração de ligninas que são aplicados na madeira, se aplicados nas cascas, apresentam resultados insatisfatórios. Os extrativos, por vezes são muitos mais numerosos em cascas do que na madeira (BROWNING, 1967).

Para extrair os extrativos da madeira, não existe um solvente universal capaz de solubilizar todos eles, sendo necessário o uso de misturas específicas para desempenhar essa função adequadamente. O etanol, por exemplo, tem por finalidade a solubilização de taninos e outros polifenóis. A água, contudo, tem por finalidade a solubilização de sais orgânicos, açúcares, polissacarídeos e algumas substâncias fenólicas (LAMOUNIER, 2010).

Os compostos do metabolismo secundário das plantas, aos quais os taninos e fenóis totais estão inseridos, podem variar de acordo com o ciclo fenológico da planta. Podem variar também em função das condições climáticas e geográficas. Os taninos possuem uma constituição química variada, sendo por muitas vezes pouco reconhecida (NOZELLA et al., 2006).

Um outro experimento em camundongos com extratos de cascas de *Piptadenia gonoacantha* onde foram produzidos pomadas e bálsamo. O experimento avaliou a cicatrização em camundongos após a aplicação destes manipulados e foi constatado a eficácia tanto do bálsamo quanto da pomada se comparados ao grupo controle. Sendo o

bálsamo indicado para o tratamento inicial das feridas e a pomada para a sequência do tratamento (RIBEIRO, 2018).

A *Erythrina verna* é amplamente utilizada em medicamentos antroposóficos, sendo indicada principalmente para enfermidades cuja ação principal afeta o sistema nervoso. Para tais tratamentos, pode-se utilizar todas as partes da planta, porém, é contraindicado a utilização das sementes da espécie por apresentarem alto teor de alcalóides em sua composição química. Outra contraindicação para uso dos extratos de mulungu, são pessoas que possui alguma comorbidade cardíaca (SCHLEIER; RAHME, 2016).

A falta de informações científicas sobre as cascas de *Piptadenia gonoacantha* (Pau jacaré) e *Erythrina verna* (Mulungu), especialmente no que diz respeito à quantificação de compostos fenólicos, como os taninos, e à investigação de suas propriedades e potenciais aplicações, justifica a realização deste trabalho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Piptadenia gonoacantha*

A *Piptadenia gonoacantha* também conhecida popularmente como pau-jacaré pertence à divisão Magnoliophyta (Angiospermae), à classe Magnoliopsida (Dicotyledonae), à ordem Fabales, à família Mimosaceae (Leguminosae Mimosoideae). O Pau-jacaré, é uma árvore semicaducifólia, com altura que varia entre 8 e 20 metros e com DAP que pode variar entre 20 a 50 centímetros, podendo atingir na sua fase adulta até 30 metros de altura e um DAP de 90 centímetros (CARVALHO, 2004).

As principais características fenotípicas do tronco são a sua retidão, embora geralmente apresente uma leve tortuosidade. O fuste costuma ser curto, podendo ocorrer multitrancos quando isolado; no entanto, na floresta, o fuste pode atingir até 8 metros de comprimento.. O Pau-jacaré possui ramificação cimosa, ²dicotômica. Possui copa irregular, estreita e umbeliforme com a presença de acúleos nos ramos mais finos. As cascas desta árvore, pode ter até 5 centímetros de espessura. A casca externa desta árvore, possui cristas lineares longitudinais, que são interligadas por outras, menores dispostas de maneira transversal, o que lembra o couro do animal jacaré, logo, por este motivo, a planta recebeu o nome popular de pau-jacaré (CARVALHO, 2004).

² Tipo de ramificação característica do pau-jacaré.

De acordo com Damasio, 2013, a madeira do pau-jacaré apresenta uma densidade média igual a 590 kg m^{-3} , sendo assim, a alta densidade apresentada por esta espécie a torna atrativa para a produção de carvão. Brito, 1993 afirma que o carvão vegetal produzido a partir de uma madeira mais densa, também será mais denso, o que operacionalmente se torna mais viável, uma vez que quanto mais densa for a madeira utilizada para a produção de carvão, maior será a massa obtida de carvão final do processo de carbonização.

LONGUI *et al.*, 2010 constataram que há uma interferência positiva de maneira satisfatória no teor de extrativos no sentido medula-casca na madeira de *Piptadenia gonoacantha*. Também ocorre, de maneira bastante representativa relações positivas entre o diâmetro dos vasos e a altura dos seus raios com a quantidade de teor de extrativos. Outra relação, também observada pelos mesmos autores é a do teor de holocelulose e a frequência dos vasos.

2.2 *Erythrina verna*

A *Erythrina verna* também conhecida como mulungu, corticeira, mulungu-coral, é pertencente à divisão Angiospermae, à ordem Fabales, à família Fabaceae. O mulungu, é uma espécie que apresenta um comportamento decíduo, onde as maiores árvores podem atingir até 17 metros de altura com 80 centímetros de DAP em sua fase adulta. Apresenta também um tronco de formato retilíneo com fuste de até 7 metros de comprimento. Possui ramificações dicotômicas, com a presença de acúleos, estes podem ser triangulares ou compressos. Esta espécie é encontrada em vegetação secundária, capoeiras e capoeirões com distribuição irregular, podendo ser encontrada em grandes quantidades em determinados sítios e em outros ser levemente encontrada (CARVALHO, 2014).

As cascas de várias espécies dentro do gênero *Erythrina* são utilizadas no combate ou na redução de ansiedade e também de insônia, a base científica deste uso, é descrita em diversas áreas do conhecimento como na botânica, farmacologia e outras mais, almejando o desenvolvimento de um medicamento fitoterápico. Podendo ser utilizada para tais fins as cascas, flores, frutos e caule (GILBERT; FAVORETO, 2012).

2.3 Utilização dos compostos fenólicos

O tanino extraído, pode ser utilizado como fungicida natural de alta eficiência, uma vez, que na madeira o mesmo também desempenha este papel. Esta utilização tem

seus aspectos positivos, pois, um produto de origem natural, utilizado para a conservação de madeira reduziria drasticamente a contaminação humana no meio ambiente (TRUGILHO et al., 2003).

Os compostos fenólicos podem ser utilizados como antioxidantes, estes por sua vez, atuam na captação de radicais livres e em alguns casos, pode atuar também como quelantes de metais. Em função da ressonância que o anel aromático presente nestas substâncias tem, os produtos que são formados através da ação destes antioxidantes são moderadamente estáveis. Os compostos fenólicos e alguns derivados desta substância, apesar de apresentarem efetividade na prevenção da oxidação lipídica, a sua grande maioria não é permitida para a utilização em alimentos, isso devido à sua toxicidade (SHAHIDI et al., 1992; NAWAR 1985).

Compostos fenólicos são as principais substâncias presentes no vinho, compreendendo-se aos ácidos fenólicos, flavonóides, etilbenos e ligninas. Influenciando nas principais características dos vinhos, como o sabor, adstringência, na aparência e também em suas propriedades microbianas, estes são os responsáveis pela diferença entre o vinho branco e o vinho tinto. Estes compostos, estão ligados diretamente à prevenção de doenças relacionadas com o envelhecimento, diabetes, AVC's, doenças cardiovasculares. Sendo assim, surge a necessidade de mais estudos sobre estas substâncias para a sua utilização na saúde, desenvolver métodos eficazes para determinação destes compostos (DALL; ARCHELA, 2013).

Os flavonoides foram analisados em um experimento conduzido por Rodrigues et al., 2015. Em ensaios pré-clínicos, constatou-se que essas substâncias possuem potencial para modular a biossíntese de eicosanoides (substâncias que podem causar estreitamento ou obstrução do fluxo sanguíneo nas artérias carótidas), proteger o colesterol LDL da oxidação, evitar a agregação plaquetária com potencial efeito trombótico, além de apresentar efeitos anti-hipertensivos e anti-isquêmicos. Os flavonoides também possuem mecanismos de ação para regenerar antioxidantes primários, como a vitamina C, e podem ser utilizados no tratamento de alguns tipos de câncer, demonstrando seu potencial anticarcinogênico. Estas substâncias também apresentaram neste experimento potencial no alívio dos sintomas da menopausa, aumento da lipólise, aumento na produção de proteínas sinápticas, aumento no processo de secreção de insulina, e diversos outros benefícios ao organismo humano. Porém, o referido experimento também aponta o risco de toxicidade desta substância em uso de altas doses ou crônico, podendo desencadear em humanos reações alérgicas. Sendo assim,

os flavonoídes possui enorme potencial terapêutico, observando-se a dosagem e o intervalo de tempo em que são utilizadas.

De acordo com Silva, 1999, em um experimento conduzido na Fio Cruz, os taninos apresentam potencial para tratamento de esgotos, tornando-se uma alternativa mais viável ao tratamento uma vez que os esgotos tratados utilizam alumínio. A prolongada exposição a este elemento, pode causar em humanos efeitos neurotóxicos. Devido ao tanino não apresentar efeitos tóxicos na utilização para tratamento de água, este se torna uma opção mais viável para o tratamento de esgoto.

Os taninos podem ser usados como antibacterianos, atuando no impedimento ou na redução da criação de biofilmes. As bactérias hoje, apresentam os maiores riscos de infecções hospitalares, pois, são capazes de infectar até mesmo equipamentos cirúrgicos como cateteres, bisturis, etc. Os taninos atuam na quebra da parede de peptídeoglicanos localizado nas paredes bacterianas. Esta ação, causa danos à parede celular, desta forma impedindo a adesão bacteriana, acarretando em alterações na biomassa e na viabilidade do biofilme (MANTA et al., 2021).

A utilização de adesivos formados a base de taninos, apresentam vantagens sobre os adesivos formados sinteticamente. Os adesivos sintéticos, são formados a base de ureia-formaldeído, porém, estes apresentam baixa resistência em ambientes com umidade relativa elevada. Os adesivos sintéticos são mais indicados para ambientes com umidade relativa menor, sendo um exemplo ambientes interiores. Os adesivos produzidos a partir de taninos são a base de fenol-formaldeído, onde estes apresentaram bons resultados de resistência em ambientes de umidade elevada, como ambientes externos por exemplo (CARVALHO et al., 2014).

Os taninos são compostos fenólicos onde a sua utilização pode ser bastante heterogênea e diversificada, podendo ser utilizado de diversas maneiras, dentre as quais cita-se a utilização farmacêutica, para o curtimento de peles e couros, corantes, adesivos para madeiras (TRUGILHO et al., 1997).

O licor negro, subproduto resultante do processo de fabricação da indústria de papel e celulose foi utilizado por Vergara, 2019, em um experimento para a confecção de espumas com a finalidade de utilização no setor aeroespacial. As espumas produzidas a partir destes materiais apresentaram resultados satisfatórios, tornando-se uma alternativa sustentável para a produção de espumas para absorção de energia de onda eletromagnética incidente. As espumas produzidas a partir do licor negro, além de atender às exigências

tecnológicas do setor, é mais barato do que as sintéticas convencionalmente usadas e ainda há o bônus de ser ambientalmente vantajoso.

Os compostos fenólicos abundantemente encontrados em todas as partes do reino vegetal. Sendo encontrados principalmente em frutas e diversas plantas. Estes compostos em suas estruturas moleculares, diversos tipos de grupos benzênicos, bem característicos, substituído por um grupo hidroxila (SOARES et al., 2008).

Os compostos fenólicos que são encontrados em plantas relacionados, na quase totalidade dos casos, com a proteção da planta, conferindo a ela, alta resistência aos ataques de microrganismos patogênicos e pragas. Estes compostos, quando presentes na alimentação, podem interferir na qualidade sensorial dos alimentos e até mesmo no valor nutricional. Sendo os principais atributos encontrados nos alimentos em função destes compostos a cor, sabor amargo, a textura e adstringência. Devido às suas características antioxidante, os compostos fenólicos, desempenham papel importante na inibição de doenças cardiovasculares (LOPES, et al., 2011).

Menores proporções de taninos condensáveis, associados a teores elevados de compostos fenólicos totais indicam, uma provável ocorrência de compostos fenólicos de estrutura simples como ácidos fenólicos ou taninos hidrolisáveis por exemplo. Os compostos fenólicos, em não estão em sua forma livre, mas sim na forma de ésteres e heterosídeos, logo, estes são solúveis em água e também em solventes orgânicos polares (VIEIRA, et al., 2011).

Os taninos, por serem fenólicos, são quimicamente muito reativos, podendo formar pontes de hidrogênio intra e intermoleculares. Os taninos, são facilmente oxidáveis podendo ser tanto através de enzimas de origem vegetais específicas quanto por metais, como o cloreto férrico por exemplo, logo, isto causará a ocorrência do escurecimento das soluções (ROCHA et al., 2011).

Os taninos são classificados, segundo sua estrutura química, em dois grupos: hidrolisáveis e condensados. Os taninos hidrolisáveis são aqueles que consistem em ésteres de ácidos gálicos e ácidos elágicos glicolisados, formados a partir do chiquimato, onde ocorre a esterificação dos grupos hidroxila dos açúcares com os ácidos fenólicos. Os taninos condensados são amplamente encontrados no reino vegetal, estes, também são conhecidos como proantocianidinas, sendo polímeros, resultante do metabolismo do fenilpropanol. Estes taninos, apresentam uma riquíssima variação em sua estrutura, sendo o resultado de substituições entre as unidades flavânicas, a diversidade de posições entre as suas ligações e também pela estereoquímica do composto. A ocorrência deste

composto, é comumente encontrada tanto em angiospermas quanto em gimnospermas, principalmente em plantas de característica lenhosa (MONTEIRO et al., 2005).

No Brasil, dentre as principais espécies com potencial para a extração de taninos estão a acácia negra (*Acacia mearnsii*), o angico vermelho (*Anadenanthera colubrina*), barbatimão (*Struphnodendron adstringens*), aroeira preta (*Myracrodruon urundeuva*), algumas espécies de pinus (*Pinus radiata*, *Pinus brutia*, *Pinus oocarpa*), além de algumas espécies de leguminosas (QUEIRÓZ et al., 2002; PANSERA et al., 2003; FERREIRA, 2004; PAES et al., 2006; VIEIRA et al., 2011; SILVEIRA et al., 2017).

2.4 Métodos de extração

Para quantificar os taninos nas plantas, é necessário de início realizar a extração deste composto da planta, seja da casca, do cerne ou das folhas e em seguida, é necessário realizar ensaios laboratoriais para determinar e quantificar os seus componentes. A extração dos taninos, ocorre basicamente pela solubilização deste composto. As misturas que mais se destacam para esta solubilização são acetona: água e metanol: água (CORK; KROCKENBERGER, 1991; CONDE et al., 1997; HAGERMAN, 1988).

Muitos compostos fenólicos, incluindo taninos, apresentam afinidade pela água devido à presença de grupos hidroxila em sua estrutura, tornando-os solúveis e interativos nesse meio. No entanto, a polaridade de algumas moléculas de taninos pode resultar em complexidades na solubilidade, e é por isso que a combinação de solventes orgânicos polares e água é frequentemente utilizada em procedimentos de extração para garantir uma abordagem abrangente na obtenção de extratos ricos em compostos fenólicos, como os taninos. Essa estratégia é fundamental para estudos que buscam quantificar e caracterizar esses compostos nas plantas (MONTEIRO et al., 2005)

Uma solução pode ter as suas propriedades coligativas afetadas devido a fração molecular de cada componente da mistura, sendo assim, compreende-se que estas propriedades não se alteram em função da natureza do soluto ou de seu peso molecular. Logo, entende-se que as propriedades físicas como ponto de ebulição, congelamento sofrem influência direta pela proporção em cada mistura. Algumas propriedades da água são afetadas quando se tem a adição de algum componente no solvente. Esta adição se torna interessante para a obtenção de melhor proveito no processo de extração de taninos. O etanol se torna neste contexto um cossolvente extremamente positivo, pois, é de baixo

custo, proveniente de fonte renovável, e o mais importante, altamente polar (SILVA, 2020).

A extração comercial dos taninos, ocorre através das cascas ou do cerne das árvores. Locais, onde a sua concentração é maior e também ocorre maiores ataques de indivíduos xilófagos da madeira e também injúrias externas (TRUGILHO et al., 2003).

Conduzindo um experimento afim de determinar o teor de taninos em espécies do gênero *Eucalyptus*. Os métodos de extrações utilizados para este experimento foram extração em água quente, extração com a sequência de tolueno e etanol, teor de extrativos solubilizados em água quente e sequência tolueno e etanol e conteúdo de taninos solubilizados em água quente. De acordo com os resultados que foram obtidos através deste experimento, o método menos eficaz foi o que utilizou água quente. Logo, o referido estudo apontou que o método que utilizou a sequência de tolueno e etanol foi mais eficaz (TRUGILHO et al., 2003).

2.5 Métodos de quantificação

2.5.1 Folin-Denis

O método de Folin-Denis para determinar os teores de fenóis totais presentes em determinadas substâncias, baseia-se em uma oxidação-redução do íon fenolato, onde este é reduzido em meio alcalino em um reagente de coloração azul, específico para absorver luz em um espectro de 760nm. O preparo de Folin-Denis é bastante simples, sendo este, o método mais utilizado para a quantificação de fenóis totais (FUNARI; FERRO 2006).

O primeiro procedimento para determinação do teor de fenóis pelas técnicas colorimétricas é a elaboração de uma curva de calibração, cuja curva deve conter pelo menos 6 de 20 determinações que demonstrem a relação proporcional entre a concentração da substância química na amostra e a resposta do aparelho o que se dá o nome de absorvância (AMORIM et al., 2008).

2.5.2 Stiasny

O método de Stiasny consiste em determinar gravimetricamente o produto precipitado durante a reação de taninos com formaldeído. Estes, na presença de ácido clorídrico (HCl). O método de Stiasny não fornece a porcentagem exata de fenólicos no extrato. Contudo, a ampla utilização deste método se dá principalmente pela vantagem de

fornecer uma medida comparativa das quantidades de taninos que são capazes de reagirem com os mesmos em condições de formação de adesivos (SARTORI, 2012; GOULDING, 1983).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo e coleta dos materiais

O presente trabalho foi desenvolvido no município de São João Evangelista, Minas Gerais, com latitude igual a (18°32'46"), Sul e altitude de (42°45'35"), Oeste. O clima predominante nessa região segundo a classificação de Köppen (1918) é do tipo Cwa - Tropical Continental com chuvas de verão e inverno seco, com temperaturas máxima e mínima de 26,0 °C e 13,5 °C (médias anuais), respectivamente, e índice pluviométrico médio anual de 1.377 mm.

Este município se encontra em área de transição dos biomas Mata Atlântica para o Cerrado, e suas florestas são classificadas como estacional semidecidual. São João Evangelista é drenado pela Bacia Hidrográfica do Rio Suaçuí, e outras bacias hidrográficas de menor extensão territorial, tais como o Ribeirão São Nicolau Grande, os Córregos Das Palmeiras e dos Rodrigues, dentre outros (IBIO, 2016).

As cascas de *Piptadenia gonoacantha* (Pau jacaré) e *Erythrina verna* (Mulungu) foram coletadas em agosto de 2022, com o emprego de facão, em um fragmento de mata nativa, localizado no *Campus* do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais em São João Evangelista (IFMG-SJE). Foram coletadas cascas de quatro indivíduos de cada espécie, os quais possuem diâmetros médios de 45 cm e 1m respectivamente.

Logo após a coleta, as cascas foram conduzidas ao Laboratório de Tecnologia da Madeira do IFMG, *campus* São João Evangelista onde ficaram armazenadas ao ar livre e protegidas do sol para redução da umidade. Após a secagem ao ar livre, as cascas foram moídas para redução das dimensões em moinho de facas do tipo Wiley, e para a quantificação de fenóis totais, as partículas foram peneiradas em conjunto de peneiras de 40 e 60 mesh, foram armazenadas em recipientes completamente fechados, e determinadas as umidades em base seca pelo método gravimétrico.

3.2 Quantificação de fenóis totais

A seguir estão descritas as técnicas utilizadas na extração dos compostos e na quantificação de fenóis totais, pelo método colorimétrico de Folin-Denis.

3.2.1 Preparo dos extratos para quantificação de fenóis totais

Foram utilizados o correspondente a 600 mg de cascas secas moídas e retidas na peneira de 60 mesh, em 30 mL de etanol a 50% (v/v), em maceração a frio e agitação durante 4 horas sem interrupção seguindo a metodologia descrita por Castro et al., (2009). Foram feitos um extrato de cada indivíduo, totalizando 8 análises.

3.2.2 Quantificação de fenóis totais pelo método de folin-denins

A curva de calibração foi preparada a partir das medidas de absorvância de solução padrão de ácido tânico (100 mg/1000mL), Sigma- Aldrich, em alíquotas de 20; 40; 80; 120; 160; 200 e 240 μ L em tubos de ensaio. Nesses volumes foram adicionados água destilada em quantidade decrescente 1,7 para o branco e 1,68; 1,66; 1,62; 1,58; 1,54; 1,5; 1,46; mL respectivamente para os tubos de ensaio, 100 μ L da solução de Folin-Denis, 200 μ L da solução de carbonato de sódio saturado (Na_2CO_3). Para a reação ocorrer foi deixado por 30 minutos no escuro e após isso as leituras foram realizadas em espectrofotômetro UV/VIS IL 593 em 760 nm. De posse dos dados de concentração da solução padrão e absorvância foi gerada equação de regressão e seu respectivo coeficiente de determinação, e a quantificação dos extratos foram feitas em duplicata.

3.3 Rendimento gravimétrico em taninos

3.3.1 Extração

Para extração dos taninos das cascas, foram empregados erlenmeyer, com capacidade de 250 mL, onde foram adicionados o correspondente a 10 g de cascas secas em 150 mL de água destilada, relação 1:15 (m/v), e adicionados 3% de sulfito de sódio com relação a massa de casca. A extração foi realizada em banho-maria, a uma temperatura de 70 °C, em diferentes tempos de extração.

Após o período da extração, os extratos foram filtrados em peneira de “200” mesh, a fim de reter particulados finos, e posteriormente foram determinadas as massas de cada extrato, em balança de duas casas de precisão.

3.3.2 Determinação do Teor de sólidos

De cada extrato, foram retiradas duas alíquotas de cerca de 20 gramas, para a determinação de sólidos totais, as quais foram colocadas em placas de Petri previamente taradas. Posteriormente, as placas e amostras foram levadas a estufa com circulação de ar a 103 ± 2 ° C até massa constante. Assim, a quantidade total de sólidos (em gramas) em 20 g de solução foi obtida pela relação entre a massa úmida inicial e a massa final após a secagem em estufa, conforme Equação 1.

$$TST = \frac{Ms}{Mu} * 100$$

Onde:

TST (%) = teor de sólidos em porcentagem;

Ms = massa da amostra seca (g);

Mu = massa úmida da amostra (g).

O rendimento em sólidos foi obtido multiplicando-se o teor de sólidos (g) pela massa de cada extrato.

3.3.3 Determinação do Índice de Stiasny e teor de taninos condensados

Foram retiradas duas alíquotas de 50 gramas de cada extrato para a reação de Stiasny, conforme descrito por Guangcheng et al. (1991), com algumas modificações. Para isso, aos 50 gramas do extrato bruto foram adicionados 4 mL de formaldeído (37% m/m) e 1 mL de Ácido Clorídrico (HCl) concentrado. Cada mistura foi fervida sob refluxo durante 30 minutos. O material da reação foi filtrado em cadinho de porosidade n° 2 e o material retido foi seco em estufa a 103 ± 2 ° C por cerca de 24 horas. O Índice de Stiasny foi calculado conforme equação 2.

$$IS = \frac{M2}{M1} * 100$$

Onde:

IS= índice de stiasny em porcentagem;

M 1 = Massa de sólidos em 50 g de extrato; e

M 2 = Massa do precipitado de tanino-formaldeído.

Para se obter o rendimento gravimétrico em taninos (%), foi multiplicado o rendimento em sólidos pelo respectivo Índice de Stiasny de cada extrato. O rendimento em componentes não tânicos foi obtido pela diferença entre o rendimento em sólidos e o rendimento em taninos.

3.4 Análise estatística

Foi realizada uma extração por indivíduo amostrado e teor de sólidos e reação de Stiasny foram feitas em duplicata. Os resultados de Fenóis Totais, Rendimento em sólidos, Índice de Stiasny, teor de tanino condensado e teor de compostos não tânicos foram analisados estatisticamente. Foram realizadas análises de variância e teste F de médias, a 5% de significância, de modo a verificar a diferença entre as espécies, com o emprego do software SISVAR (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores médios de fenóis totais, encontrados nas cascas de *Piptadenia gonoacantha* (Pau jacaré) e *Erythrina verna* (Mulungu), estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Teores médios de fenóis totais nas cascas de Mulungu e Pau Jacaré

Espécie	Fenóis Totais
Pau Jacaré	5,35% A
Mulungu	0,76% B

A *Piptadenia gonoacantha* (Pau Jacaré) deu uma diferença de sete vezes maior que a *Erythrina verna* (Mulungu).

A análise dos resultados revela que o Pau Jacaré exibiu um teor significativamente superior de fenóis totais (5,35%) em comparação ao Mulungu (0,76%). Com base na análise estatística realizada com um nível de significância de 5%,

constatou-se uma diferença estatisticamente significativa entre as duas espécies estudadas.

Em um estudo conduzido por Trugilho et al. (1997), verificou-se que as espécies Pau Jacaré, Angico Vermelho e Goiabeira apresentaram quantidades mais elevadas de taninos condensados, com base na casca seca, registrando 18,63%, 18,51% e 15,98%, respectivamente. Isso foi determinado pelo método do rendimento gravimétrico por Stiasny, utilizando a reação dos extratos em água de taninos com formaldeído em meio ácido.

Sartori et al. (2016), ao investigarem a composição química das cascas de seis espécies comerciais de *Eucalyptus*, identificaram teores de fenóis totais variando de (2,10%) para clones de *E. urophylla* x *E. camaldulensis* a (5,51%) e *E. urophylla* x *E. grandis* respectivamente.

Em outro estudo de Sartori et al. (2014), que analisou os teores de fenóis totais nas cascas de Angico Vermelho em diferentes classes diamétricas, utilizando os métodos de Folin-Denis e Folin-Ciocalteu, os autores encontraram semelhança entre os métodos, apresentando valores médios de fenóis totais de 12,23% e 11,73%, respectivamente. Entretanto, não foram encontrados na literatura trabalhos específicos relacionados à quantificação de fenóis totais nas espécies utilizadas nesta pesquisa, ressaltando a importância deste estudo.

Franco et al. (2021), desenvolveram formulações com extratos de folhas de *Piptadenia gonoacantha* em diversas formas (creme, pomada, gel, bálsamo e sabonete líquido). Essas formulações foram submetidas à avaliação, incluindo a atividade antibacteriana contra cepas de *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus epidermidis*, revelando halos de inibição, sendo os resultados mais expressivos para a cepa *S. epidermidis*.

Os valores médios e rendimento em sólidos (RS), Índice de Stiasny (IS), teor de taninos condensados (TTC) e teor de compostos não tânico (TNT) estão apresentados na Tabela 2, variáveis com letra diferentes diferem entre si, pelo teste F de médias a 5% de significância.

Tabela 2 - Valores médios de rendimento em sólidos (RS), Índice de Stiasny (IS), teor de taninos condensados (TTC) e teor de compostos não tânico (TNT), nas cascas de Mulungu e Pau Jacaré

	RS	IS	TTC	TNT
Pau Jacaré	30,55% A	63,14% A	19,39% A	11,40% A
Mulungu	12,46% B	12,09% B	1,52% B	10,94% B

Conforme os dados apresentados na Tabela 2, observa-se a diferença nas porcentagens entre as cascas de pau-jacaré e mulungu é bastante significativa e sugere uma disparidade marcante na composição química dessas duas espécies. O pau-jacaré apresenta valores muito superiores em relação ao mulungu em todas as análises realizadas. Destaca-se especialmente a diferença nos teores de taninos condensados, sendo quase 18 vezes maior no pau-jacaré em comparação com o mulungu. Essa diferença pode ter implicações importantes para o uso potencial dessas cascas em diferentes aplicações, como na indústria farmacêutica, alimentícia ou de cosméticos.

Com base nos dados de Rendimento em Sólidos (RS), é possível identificar a porcentagem de sólidos extraídos das cascas das espécies estudadas. Esses sólidos não se limitam apenas a taninos, podendo incluir gomas, açúcares, ceras e outros compostos solúveis em água. O teor de sólidos disponíveis para a reação com formaldeído, que quantifica a reatividade dos taninos, é crucial. A quantificação dos taninos é verificada pelo Índice de Stiasny, permitindo calcular a proporção não tanina na amostra (MARCHINE, 2015).

Ao analisar os resultados, observamos que o pau-jacaré apresentou um valor mais elevado de Rendimento em Sólidos (RS) em comparação com o mulungu, indicando uma taxa superior de rendimento sólido para a primeira espécie. Trugilho et al. (2003) também verificaram um rendimento em sólidos nas cascas de pau-jacaré, encontrando um valor de 26,95%.

O Índice de Stiasny representa a porcentagem de taninos condensados no extrato, obtida pela reação com formaldeído em meio ácido (ácido clorídrico), sob condições de formação e produção de adesivos fenólicos para madeira. Neste contexto, o pau-jacaré exibiu um Índice de Stiasny maior em comparação com o mulungu. Conforme Carneiro et al. (2006), Índices de Stiasny mais elevados resultam em uma linha de cola mais forte, indicando uma menor presença de substâncias não tânicas nos extratos. Valores mais altos desse Índice, conforme encontrado por Trugilho et al. (2003) para as cascas de pau jacaré (69,13%), estão associados a uma melhor resistência da linha de cola.

De acordo com Hergert (1962), o rendimento em taninos deve variar de 2 a 40% da massa seca da casca, indicando que esse valor representa a porcentagem do material solubilizado em água. Os resultados obtidos neste estudo estão dentro dessa faixa, destacando que a espécie pau-jacaré apresentou uma maior taxa de tanino, indicando um maior potencial. Trugilho et al. (2003) encontraram um rendimento em taninos condensados nas cascas de pau-jacaré de 18,63%.

Em relação ao pau-jacaré, que possui rendimento em tanino na madeira de 7,1% e na casca de 11,4%, utilizado em curtume (GONÇALVES; LELIS, 2000), destaca-se seu potencial aplicado na indústria.

Por outro lado, os estudos sobre as cascas de mulungu na literatura são limitados. Bona et al. (2012) exploraram as folhas e inflorescências da espécie, revelando a presença de diversos compostos, como açúcares redutores, fenóis, taninos, proteínas, aminoácidos, alcaloides, flavonoides, depsídeos e depsidonas, derivados de cumarina, saponinas, esteroides, triterpenos, glicosídeos cardiotônicos e antraquinônicos. Esses resultados enfatizam a complexidade da composição química das cascas de mulungu.

5 CONCLUSÃO

Quanto a análise dos teores médios de fenóis totais nas cascas da *Piptadenia gonoacantha* (Pau Jacaré) deu uma diferença de sete vezes maior que a *Erythrina verna* (Mulungu). Isso sugere que o Pau Jacaré possui uma maior quantidade de compostos fenólicos em suas cascas do que o Mulungu. Além disso, a diferença nos índices de Stiasny e nos teores de taninos condensados reforçam a disparidade na composição química dessas cascas, com o Pau Jacaré apresentando valores significativamente mais altos em relação ao Mulungu.

Uma sugestão para estudos futuros poderia ser a investigação mais aprofundada dos compostos fenólicos presentes nas cascas de Pau Jacaré, buscando identificar e caracterizar especificamente os tipos de fenóis, tais como flavonoides, ácidos fenólicos e taninos. Isso proporcionaria uma compreensão mais detalhada da composição química da espécie, além de fornecer insights sobre potenciais propriedades bioativas e benefícios específicos associados a esses compostos.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, Elba LC et al. A simple and accurate procedure for the determination of tannin and flavonoid levels and some applications in ethnobotany and ethnopharmacology. **Functional Ecosystems and Communities**, v. 2, n. 1, p. 88-94, 2008.
- BONA, A. P.; BATITUCCI, M. C. P.; ANDRADE, M. A.; RIVA, J. A. R.; PERDIGÃO, T. L. Estudo fitoquímico e análise mutagênica das folhas e inflorescências de *Erythrina mulungu* (Mart. ex Benth.) através do Teste de Micronúcleo em roedores. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.14, n.2, p.344-351, 2012
- BRITO, José Otávio et al. Reflexões sobre a qualidade do carvão vegetal para uso siderúrgico. **Piracicaba: IPEF**, 1993.
- BROWNING, B. L. **Methods of Wood Chemistry**. v. 2., New York: Interscience 1967. 496 p.
- CADAHÍA, E., CONDE, E., GARCÍA-VALLEJO, MC, & FERNÁNDEZ DE SIMÓN, B. (1997). Análise cromatográfica líquida de alta pressão de polifenóis em folhas de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. globulus* e *E. rudis*: proantocianidinas, elagitaninos e glicosídeos flavonóides. *Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques*, 8 (2), 78-83.
- CARVALHO, A. G., LELIS, R. C. C., & NASCIMENTO, A. M. D. Avaliação de adesivos à base de taninos de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* e de *Acacia mearnsii* na fabricação de painéis aglomerados. **Ciência Florestal**, 24, 479-489, 2014.
- CARVALHO, A. M. L. M. Caracterização anatômica e qualidade do carvão vegetal da madeira de pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*). **Pesquisa Florestal Brasileira**, 33(75), 261-267. 2013.
- CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2014. v. 5, p. 379-385 Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1140563> acesso em 22 de janeiro de 2024.
- CARVALHO, P. E. R. et al. Jacaré-Piptadenia gonoacantha. **Circular Técnica-Embrapa Florestas**, n. 91, 2004. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103020513> acesso em 22 de janeiro de 2024.
- CARNEIRO, A. C. O. **Efeito da hidrólise ácida e sulfitação de taninos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e *Andenantha peregrina* Speg, nas propriedades dos adesivos**. 2006. 156 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006
- CORK, S. J.; KROCKENBERGER, A. K. Métodos e armadilhas de extração de taninos condensados e outros fenólicos de plantas: insights de investigações em folhas de eucalipto. **Journal of Chemical Ecology**, 17, 123-134. 1991.

DALL, L. H., ARCHELA, E. Determinação de compostos fenólicos em vinho: uma revisão. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, 34(2), 193-210. 2013.

FERREIRA, E. **Utilização dos polifenóis da casca de pinus para produção de adesivos para compensados**. 2004. 79 f Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) –Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica). 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br/server/api/core/bitstreams/c7e72478-4c8f-463e-b307-9045e876e0c6/content> acesso em 22 de janeiro de 2024.

FRANCO, A. J. ; PEREIRA, C. G. ; SILVA, K. V. ; ALMEIDA, G. F. G. ; AMARO, M. O. F. ; CALDEIRA, E. A. C.; OLIVEIRA, L. L. ; ROSA, M. B. ; NONATO, I. A. ; CARVALHO, C. A. Antimicrobial activity of dermocosmetic formulations based on Piptadenia gonoacantha. **CIÊNCIA E NATURA**, v. 43, p. 1-31, 2021.

FUNARI, C. S.; FERRO, V. O. Análise de própolis. **Food Science and Technology**, 26, 171-178. 2006.

GILBERT, Benjamin; FAVORETO, Rita. Erythrina sp. Fabaceae (Leguminosae, Faboideae). Revista Fitos, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 185-197, 2012. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/15130> acesso em 22 de janeiro de 2024.

GOULDING, T. M. (1983). Pizzi A. Wood adhesives: chemistry and technology. NIMZ, H. H. Wood adhesives chemistry and technology. **New York: Marcel Dekker**, 1983.

GONÇALVES, C. A.; LELIS, R. C. C. Avaliação do teor de polifenóis condensáveis em cinco leguminosas arbóreas. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6., 2000, Porto Seguro. Resumos Técnicos. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, 2000. p.393-394

HAGERMAN, Ann E. Extraction of tannin from fresh and preserved leaves. **Journal of chemical Ecology**, v. 14, p. 453-461, 1988.

HERGERT, H.L. Economic importance of flavonoid compounds; wood and bark. In: The chemistry of flavonoid compounds. New York: The Macmillan company, 1962.

LAMOUNIER, Keli Cristina et al. Estudo dos polifenóis, atividade antioxidante e antimicrobiana da madeira e casca de Maclura tinctoria (L) D. Don ex Steud. 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/17325> acesso em 22 de janeiro de 2024.

LONGUI, E. L.; LIMA, I. D.; SILVA JUNIOR, G.; BUFOLO, A.; SUCKOW, I. M. S.; FLORSHEIM, S. M. B. Variação radial das características anatômicas, densidade aparente, teores de extrativos, lignina e holocelulose na madeira de Piptadenia gonoacantha (Mart.) Macbr. **Scientia Forestalis**, 38(87), 341-353. 2010.

MANTA, M. M.; DE ARAÚJO, A. J. M.; DE AZEVEDO RAMOS, B.; DA SILVA, T. D.; DOS SANTOS CORREIA, M. T.. Compostos fenólicos na inibição do biofilme bacteriano. **Associação de compostos fenólicos e antibióticos**, 94. 2021.

MARCHINI, H. R. **Extração dos taninos da espécie Pinus taeda no município de Curitiba-SC e sua avaliação para aplicação industrial como adesivo modificado**. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P. D.; ARAÚJO, E. D. L.; AMORIM, E. L. C. D. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química nova**, 28, 892-896. 2005.

NASCIMENTO, Lucimeiri Alves et al. Teor de taninos condensados nas cascas de Piptadenia gonoacantha (Pau Jacaré) e Erythrina verna (Mulungu). [Local de publicação: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)], 2023.

NAWAR, WW Lipídios. In: FENNEMA, OU (Ed.). **Química de Alimentos**. 2.ed. Nova York: Marcel Dekker, 1985. p.139-244.

NOZELLA, E. F.; CABRAL FILHO, S. L. S.; BUENO, I. C. S.; GODOY, P. B.; MINHO, A. P.; ARAUJO FILHO, J. A.; VITTI, D. M. S. S. Caracterização de forrageiras o Nordeste utilizando a técnica de produção de gases, quantificação de taninos e composição química. 2. Plantas do estado do Ceará. 2006

PAES, J. B.; DINIZ, C. E. F.; MARINHO, I. V.; DE LIMA, C. R. Avaliação do potencial tanífero de seis espécies florestais de ocorrência no semi-árido brasileiro. **Cerne**, 12(3), 232-238. 2006

PANSERA, M. R.; SANTOS, A. C. A.; PAESE, K.; WASUM, R.; ROSSATO, M.; ROTA, L. D.; SERAFINI, L. A. Análise de taninos totais em plantas aromáticas e medicinais cultivadas no Nordeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 13, 17-22. 2003

QUEIROZ, C. R. A. D. A.; MORAIS, S. A. L. D.; NASCIMENTO, E. A. D. Caracterização dos taninos da aroeira-preta (*Myracrodruon urundeuva*). **Revista Árvore**, 26, 485-492. 2002

RIBEIRO, Cássia Gondim Pereira. **Validação de formulações JACBIO®** a base de extratos de *Piptadenia gonoacantha* (Pau Jacaré) com atividade cicatrizante. 2018.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B. D.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P. D.; AGOSTINI-COSTA, T. D. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 33, 1215-1221. 2011.

RODRIGUES DA SILVA, L.; MARTINS, L. D. V.; BANTIM FELICIO CALOU, I.; MEIRELES DE DEUS, M. D. S.; FERREIRA, P. M. P.; PERON, A. P. Flavonóides: constituição química, ações medicinais e potencial tóxico. **Acta toxicológica argentina**, 23(1), 36-43. 2015

SARTORI, CAROLINE JUNQUEIRA. Avaliação dos teores de compostos fenólicos nas cascas de *Anadenanthera peregrina* (angico-vermelho). **Lavras: UFLA**, 2012.

SARTORI, C. J.; MOTA, G. S.; FERREIRA, J.; MIRANDA, I.; MORI, F. A.; PEREIRA, H. Chemical characterization of the bark of *Eucalyptus urophylla* hybrids in view of their valorization in biorefineries. **Holzforschung**, v. 1, p. 1-10, 2016.

SCHLEIER, R.; QUIRINO, C. S.; RAHME, S. *Erythrina mulungu*—descrição botânica e indicações clínicas a partir da antroposofia. **Arte Médica Ampliada**, 36(4), 162-167. 2016

- SHAHIDI, F.; JANITHA, P.K.; WANASUNDARA, P. D. Antioxidantes fenólicos. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.32, n.1, p.67-103, 1992.
- SILVA, T. S. S. D. (1999). Estudo de tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e esgoto (Doctoral dissertation).
- SILVA, W. R. D. (2020). Otimização de parâmetros do processo de extração do tanino de acácia negra.
- SILVEIRA, A. G.; SANTINI, E. J.; KULCZYNSKI, S. M.; TREVISAN, R.; WASTOWSKI, A. D.; GATTO, D. A. Potencial do extrato tânico como conservante natural da madeira de *Acacia mearnsii*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 89, 3031-3038. 2017
- SOARES, M.; WELTER, L.; KUSKOSKI, E. M.; GONZAGA, L.; FETT, R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista brasileira de Fruticultura**, 30, 59-64. 2008
- TRUGILHO, P. F.; CAIXETA, R. P.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Avaliação do conteúdo em taninos condensados de algumas espécies típicas do cerrado mineiro. **Cerne**, 3(1), 1-13. 1997.
- TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; AKIRA, F. M.. Correlação canônica das características químicas e físicas da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, 9(1), 81-91. 2003.
- TRUGILHO, P. F.; MORI, F. A.; LIMA, J. T.; CARDOSO, D. P. Determinação do teor de taninos na casca de *Eucalyptus* spp. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 2, p. 246-254, 2003.
- VIEIRA, M. C.; LELIS, R. C. C.; DA SILVA, B. C.; OLIVEIRA, G. D. L. Extração de taninos da casca de *Pinus oocarpa* var. *oocarpa* com carbonato de sódio e bissulfito de sódio. **Floresta e Ambiente**, 18 (1), 1-8. 2011
- VERGARA, D.E.F (2019). Espumas De Carbono De Origem Sustentável Como Material Absorvedor De Radiação Eletromagnética Na Faixa De Micro-Ondas 8,2 - 12,4 (Banda X). Inpe. Disponível em <http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m16d/2020/08.13.14.21/doc/13%20-%20%5BARTIGO%5D%5BINPE%5D%20Nil%20Cec%20C3%ADlia%20de%20Faria%20Lopes%20Medeirosb.pdf> acesso em 22 de janeiro de 2024.