

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

Antoniele Maria Neves Pinho

TEORES DE COMPOSTOS FENÓLICOS NAS CASCAS DE *Handroanthus serratifolius*, *Tectona grandis*, *Cedrela fissilis* E *Azadirachta indica*

SÃO JOÃO EVANGELISTA

2021

ANTONIELE MARIA NEVES PINHO

TEORES DE COMPOSTOS FENÓLICOS NAS CASCAS DE *Handroanthus serratifolius*, *Tectona grandis*, *Cedrela fissilis* E *Azadirachta indica*

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

2021

T659a Pinho, Antoniele Maria Neves.

Teores de compostos fenólicos nas cascas de *Handroanthus serratifolius*, *Tectona grandis*, *Cedrela fissilis* e *Azadirachta indica*. – 2021.

32 f. : il

Orientadora: Dr^a. Caroline Junqueira Sartori

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Instituto Federal de
Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista

1. Metabolismo secundário – Folin-Denis. 2. Flavonóides.

I. Título.

CDD 581.13

Ficha Catalográfica – Bibliotecária Nirley Dias Leandro CRB 6 2394

Antoniele Maria Neves Pinho

TEORES DE COMPOSTOS FENÓLICOS NAS CASCAS DE *Handroanthus serratifolius*, *Tectona grandis*, *Cedrela fissilis* E *Azadirachta indica*

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

Aprovado em: 03 / 09 / 2021 pela banca examinadora:



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



Prof. Dr^a Grazielle Wolff de Almeida Carvalho - IFMG



Guilherme von Randow Nascimento – CEFET MG

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus pela oportunidade de estar finalizando uma grande etapa em minha vida, que é apenas o início de uma longa jornada.

Agradeço a minha digníssima Mamãe Abigail, que me manteve de pé por todo esse tempo, me protegendo, me aconselhando, me ajudando e se demonstrando compreensiva sempre que tive medo de não conseguir. Obrigada pelo incentivo e por todo apoio financeiro e emocional. És uma rainha.

Agradeço aos meus maravilhosos avós, Geraldo e Jesus, que sempre me apoiaram e me auxiliaram, sendo verdadeiros pais comprometidos com o crescimento dos filhos.

Agradeço aos meus irmãos Franciely, por me ouvir e me aconselhar inúmeras vezes sendo uma verdadeira mãe, por me encorajar e por vibrar em todas as minhas conquistas. João Marcos e Marcos Paulo, por todas as vezes que rimos e choramos juntos, por todas as vezes que nos ajudamos em casa e por todas as vezes que tiraram um tempinho pra mim. Obrigada a todos vocês por estarem ao meu lado desde o início e por sempre me incentivarem.

Agradeço ao meu grande amor Ruiro, por toda dedicação durante a execução do meu trabalho de conclusão de curso. Agradeço por todas as vezes que me ouviu e me fez sentir melhor, por todo amor, carinho, cuidado e apoio para continuar.

Agradeço em especial a minha maravilhosa orientadora e grande amiga Caroline Junqueira Sartori que além de orientadora, é amiga. Obrigada por me orientar tão bem neste trabalho e obrigada por toda dedicação, carinho e ajuda. Obrigada por me acompanhar na coleta de amostras, me pegar em casa e me ajudar fora do horário e até em suas férias. Obrigada por me instruir da melhor forma possível.

Agradeço também aos meus outros professores que estiveram ao meu lado ao longo do meu percurso, me aconselhando e dando o melhor de si para que eu pudesse sair uma excelente engenheira. E aos meus colegas em especial da 161.

E por fim agradeço ao Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista pela doação de seu espaço para dispersão de conhecimento e por ser palco do início da minha carreira.

“Tente mover o mundo – o primeiro passo
será mover a si mesmo.”

Platão

RESUMO

Os compostos fenólicos, produtos do metabolismo secundário dos vegetais, estão amplamente distribuídos na natureza e possuem diversas utilizações para os homens. Estão presentes em maiores quantidades nas cascas de algumas espécies florestais, sendo assim a utilização destas cascas, principalmente de espécies madeireiras, para a extração de compostos fenólicos, pode agregar valor ao manejo florestal. O presente trabalho teve como objetivo determinar o potencial fenólico das cascas das espécies de *Handroanthus serratifolius* (Ipê), *Tectona grandis* (Teca), *Cedrela fissilis* (Cedro), *Azadirachta indica* (Nim) utilizando dois tipos de solventes, metanol 50% e etanol 50%, de modo a verificar a diferença entre as espécies e solventes. Para extração dos compostos fenólicos, as cascas foram moídas, maceradas a frio e agitadas por 4 horas nos extratores metanol 50% e etanol 50%. Para a quantificação de fenóis totais foi utilizado o método de folin-Denis. O composto utilizado como padrão para a realização da curva de calibração foi o ácido tânico. Em alíquotas de 20; 40; 80; 120; 160; 200 e 240 µL em tubos de ensaio 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 µL da solução de Folin-Denis, 200 µL da solução de carbonato de sódio saturado (Na₂CO₃), após a reação as leituras foram realizadas em espectrofotômetro UV/VIS IL 593 em 760 nm. Os dados foram analisados estatisticamente, e quando verificada diferença estatística foi aplicado o teste Tukey a 5% de significância. Os teores de fenóis totais com emprego de metanol e etanol foram de 0,71 e 0,96% nas cascas de Teca; 1,24 e 1,12% nas cascas de Ipê; 5,73 e 6,91% nas cascas de Cedro e de 8,09 e 11,84% nas cascas de Nim, respectivamente. Foi verificado que não houve diferenças estatísticas significativas entre os solventes utilizados. Pode-se dizer que ambos os solventes apresentam potencial, porém indica-se o uso de etanol por apresentar menor preço e menor toxidez em relação ao metanol.

Palavras-chave: Metabolismo secundário. Folin-Denis. Flavonóides.

ABSTRACT

Phenolic compounds, products of the secondary metabolism of plants, are widely distributed in nature and have several uses for men. They are present in larger quantities in the bark of some forest species, so the use of these bark, mainly wood species, for the extraction of phenolic compounds, can add value to forest management. The present work aimed to determine the phenolic potential of the bark of the species of *Handroanthus serratifolius* (Ipê), *Tectona grandis* (Teca), *Cedrela fissilis* (Cedro), *Azadirachta indica* (Nim) using two types of solvents, 50% methanol and 50% ethanol in order to check the difference between species and solvents. To extract the phenolic compounds, the husks were ground, ground cold and stirred for 4 hours in the 50% methanol and 50% ethanol extractors. For the quantification of total phenols, the Folin-Denis method was used. The compound used as a standard to perform the calibration curve was tannic acid. At aliquots of 20; 40; 80; 120; 160; 200 and 240 µL in test tubes were added distilled water in decreasing amount 1.7 for blank and 1.68; 1.66; 1.62; 1.58; 1.54; 1.5; 1.46; mL respectively for the test tubes, 100 µL of the Folin-Denis solution, 200 µL of the saturated sodium carbonate solution (Na_2CO_3), after the reaction, the readings were taken in a UV/VIS IL 593 spectrophotometer at 760 nm. The data were analyzed statistically, and when a statistical difference was verified, the Tukey test at % of significance was applied. The contents of total phenols using methanol and ethanol were 0.71 and 0.96% in Teak bark; 1.24 and 1.12% in Ipe bark; 5.73 and 6.91% in Cedar bark and 8.09 and 11.84% in Neem bark, respectively. It was verified that there were no statistically significant differences between the solvents used. It can be said that both solvents have potential, but the use of ethanol is indicated because of its lower price and lower toxicity compared to methanol.

Keywords: Phenolic Compounds. Folin-Denis. Flavonoids.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 <i>Tectona grandis</i>	11
2.2 <i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose;	13
2.3 <i>Cedrela Fissilis</i> Vellozo.....	14
2.4 <i>Azadirachta indica</i>	14
2.5 Metabólitos secundários dos vegetais.	15
2.6 Compostos fenólicos	16
2.7 Taninos	17
2.8 Fatores que influenciam na produção de metabólitos secundários	18
2.9 Métodos de extração e quantificação de fenóis e totais.....	19
3 METODOLOGIA.....	20
3.1 Caracterização da área de estudo.	20
3.2 Coleta e preparo do material	20
3.3 Preparo do material	20
3.4 Doseamento de fenóis totais por método colorimétrico	21
3.4.1 Preparo dos extratos	21
3.4.2 Quantificação de Fenóis totais pelo método de Folin-Denins	21
4 Análise estatística.....	22
5 Resultado e discussão.....	22
6 CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

O termo cascas reúne todos os tecidos exteriores ao câmbio vascular, envolvendo o tronco, os ramos e as raízes das árvores (ESAU, 1974; EVERT, 2006). Pode dividir-se também em casca interna e externa, a casca interna inclui o floema condutor, e a casca externa engloba o floema não condutor, o ritidoma e a periderme, porém nem todas as cascas existe essa divisão (ESAU, 1974; EVERT, 2006). A casca confere às plantas múltiplas funções, tais como: proteção mecânica (ataque de herbívoros) e biológicas (ataque de fungos e insetos) e proteção contra as agressões físicas (temperaturas extremas provocadas, por exemplo, pelo fogo, geadas e radiação solar intensa) (PAINE et al., 2010; DANIEL, 2009).

Do ponto de vista químico, as cascas são mais complexas do que a madeira, e é possível verificar também heterogeneidade anatômica. As grandes quantidades de extrativos presentes nas cascas, e o seu potencial interesse químico, tem levado a um número significativo de estudos sobre a composição destes compostos, porém, tais estudos são mais expressivos para o gênero *Eucalyptus* (PEREIRA et al., 2010).

Segundo Taiz e Zeiger (2004), os fenóis vegetais constituem um grupo quimicamente heterogêneo, com aproximadamente dez mil compostos. Dentre os compostos se destacam os fenóis simples, flavonoides, ácidos fenólicos, cumarinas, taninos e ligninas. Esses compostos fenólicos são multifuncionais por terem uma estrutura bastante diversa (NACZK, e SHAHIDI e 2004). Os compostos fenólicos são substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos incluindo seus grupos funcionais, são produtos originados do metabolismo secundários das plantas, normalmente para defendê-las contra organismos patogênicos ou raios ultravioletas, sendo essencial para o crescimento, desenvolvimento e reprodução (SARTORI, 2012).

Alguns compostos fenólicos não se apresentam em forma livre nos tecidos vegetais sendo estes aqueles que se apresentam sob a forma de polímeros, na qual estão os taninos e as ligninas. Os taninos são compostos de alto peso molecular, que conferem ao alimento a sensação de adstringência, e são classificados em 2 grupos, baseados em suas estruturas sendo chamados taninos hidrolisáveis e taninos condensados (SOARES, 2002).

A *Tectona grandis* é uma espécie arbórea, cultivada em diversas regiões da América e da África. Conhecida como Teca, é uma espécie natural do continente

asiático. A espécie possui alto valor econômico, seu principal produto é a madeira de alta qualidade, utilizada principalmente na construção naval e em móveis de luxo (ÂNGELO et al., 2009; NEWBY et al., 2012). A *Handroanthus serratifolius*, popularmente conhecida por Ipê, possui um alto interesse econômico madeireiro, e também ornamental e medicinal. Sua madeira é utilizada na marcenaria, construções pesadas e estruturas externas, civis e navais (FERREIRA et al., 2004). A espécie *Cedrela fissilis*, conhecida por Cedro, é bastante utilizada em projetos de recuperação florestal (DURIGAN, 2002) e além disso fornece uma madeira de qualidade e com grande importância econômica para o Brasil (XAVIER, 2003). O Nim de nome científico *Azadirachta indica*, é originária da Índia e possui diversas utilizações, principalmente em regiões secas da África onde foi introduzida. É uma espécie que possui diversas utilizações (WEBB et al., 1984; SINGH e UMAR, 1997; SAXENA, 1999; LAURIDSEN et al., 1991), fornece um elevado número de metabólitos secundários e é usada como matéria prima nas indústrias de remédios, inseticidas e cosméticos (BRASIL, 2010).

Sendo assim, a utilização das cascas dessas espécies para a extração de compostos fenólicos pode agregar um grande valor ao manejo florestal das mesmas, além de possibilitar a expansão da produção de compostos fenólicos em diversas regiões e melhorar a qualidade de vida de pequenos produtores que podem começar a investir na produção em suas áreas. Os estudos do potencial fenólicos das espécies, podem também dar partida a diversas pesquisas científicas no setor silvicultural e influenciar o investimento na área. Dessa forma o presente trabalho tem como objetivo analisar o potencial fenólico das cascas das espécies de *Tectona grandis*, *Handroanthus serratifolius*, *Cedrela fissilis*, e *Azadirachta indica* utilizando dois tipos de solventes, metanol 50% e etanol 50% de modo a verificar a diferença entre as espécies e solventes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Tectona grandis*

A *Tectona grandis* (Teca) pertence à família Verbenacea, e de acordo com Evans (1987), pode chegar a 2,5 m de diâmetro e alcançar 50 m de altura. A sua região de ocorrência natural é a Ásia, e de acordo com alguns pesquisadores ela se encontra distribuída desde regiões muito úmidas, com precipitações anuais superiores

a 5.000 mm, até regiões muito secas, com precipitações pluviométricas anuais abaixo de 500 mm, e pode ser uma espécie caducifólia ou semi-caducifólia sendo definida de acordo com o clima da região. Sendo assim em regiões onde a estação seca e úmidas são bem definidas a mesma se comporta como caducifólia, e como semi-caducifólia ou perenifólia com precipitação bem distribuída ao longo do ano (ORWA et al., 2009; RIFFLE, 1998; CAB, 2012).

Segundo Reflora (2003), no Brasil o seu ciclo de corte é de 25 anos enquanto no sudeste asiático, a teca leva de 60 a 80 anos para atingir dimensões de corte. O investimento em Teca pode ter um ótimo retorno porque além das suas diversas utilizações na carpintaria, na marcenaria e na produção de peças nobres, ela é muito usada principalmente como matéria-prima para construção naval e também como postes de telefone e eletricidade (CARVALHO, 1994 A). Seu alto valor comercial varia de acordo com sua idade e qualidade e se dá devido suas características, uma questão que implica o seu crescimento no mercado, além de suas ótimas características, é o esgotamento de madeira de qualidade oriundas da floresta natural (REFLORA, 2003).

A teca é uma das espécies tropicais mais importantes do mundo, a sua madeira é uma das mais valorizadas. Chamada de madeira nobre, a madeira da teca possui características muito atrativas para o mercado, tais como: durabilidade, leveza, resistência, facilidade de trabalhar e esculpir sem fraturar, resistência às térmitas e aos fungos e às condições climáticas (KAOSAARD, 1989). De acordo com Tomazello (2012), a produção mundial de teca chega em torno de 3 milhões de m³ /ano, dos quais 90% têm origem na Ásia, porém a demanda é superior a esse valor. Mesmo representando uma pequena porcentagem na produção mundial de madeira, a teca constitui cerca de 75% do comércio global das madeiras tropicais de elevado valor (ITTO, 2009). Sendo assim o papel que a teca desempenha nos países tropicais é de suma importância (PANDEY e BROWN, 2000). De acordo com a Indústria Brasileira de Árvores (Ibá) em seu último levantamento em 2016, o Brasil possuía 87.502 hectares de área plantadas de teca.

Não só a madeira da teca que possui interesse econômico, mas também a sua casca. Na madeira o que determina seu valor são suas características, e na casca não é diferente, as suas características anatômicas e químicas que vão determinar as suas características como matéria-prima. Muitas vezes as diferentes combinações existentes a nível celular e diferentes combinações químicas resultantes permite

estabelecer diferenças entre as espécies e dentro de uma mesma espécie, assim como fatores ambientais e fatores genéticos (PEREIRA et al., 2003).

2.2 *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose;

O ipê-amarelo também chamado em algumas regiões de piúva-amarela, pertencente à família Bignoniaceae, e possui nome científico de *Handroanthus serratifolius*. É uma espécie arbórea que chega até 35m de altura, são terrícolas, perenes, decíduifólias, hermafroditas, apresentando síndrome de dispersão anemocórica. É uma espécie que floresce todos os anos entre setembro e outubro e frutificação ocorre no mês de outubro. É uma espécie endêmica do Brasil, encontrada no bioma mata atlântica em Floresta Ombrófila e ocorre nos Estados da Bahia, Espírito Santo e Minas Gerais, até 200 m de altitude (CNCFLORA., 2012)

O ipê-amarelo é caducifólio, ou seja, sua folhagem se renova a cada ano, caem no inverno e aparecem logo após a floração, que ocorre entre julho e outubro, os seus frutos amadurecem de outubro a dezembro, produzindo uma elevada quantidade de sementes do tipo leves e aladas, que são dispersas facilmente (LORENZI, 1992). Pode atingir de 5-35 m de altura. Diversas espécies de *Handroanthus* têm sido usadas na medicina tradicional no tratamento de doenças infectocontagiosas; porém ainda são necessários estudos que comprovem melhor a ação do lapachol em atividades infecciosa e se são de fato os responsáveis (JIMÉNEZ e GONZALES, 2013).

Plantas da família Bignoniaceae apresentam uma variedade de classes de constituintes químicos os quais estão inclusos quinonas, lignanas, flavonóides, monoterpenos (principalmente iridóides), triterpenos, ácidos cinâmicos e benzoicos. Foram realizados estudos fitoquímicos através do fracionamento cromatográfico do extrato etanólico do lenho o que resultou no isolamento de duas lignanas: olivil e 8-epi-cicoolivil, um epímero do cicoolivil. Outras substâncias também foram isoladas, como a deidro- α -lapachona, β -sitosterol glicosídeo do β -sitosterol, ácido 4-hidróxi-3-metóxi-benzóico elapachol (OLIVEIRA, 1990). Duarte et al (2014), em um trabalho cujo objetivo era realizar a análise fitoquímica no extrato bruto das folhas de *Handroanthus serratifolius* obtiveram resultados positivos para açúcares redutores, ácidos orgânicos, alcaloides, depsídeos e depsidonas, saponinas, espumídicas, fenóis e taninos e obteve ainda resultados negativos para antraquinonas, catequinas e purinas.

2.3 *Cedrela Fissilis* Vellozo

O Cedro-rosa, cientificamente chamado de *Cedrela fissilis* Vell, pertencente à família meliaceae. É encontrada desde o Rio Grande do Sul até Minas Gerais, ocorre principalmente em florestas semidecídua e pluvial atlântica. O cedro-rosa tem histórico de ocorrência em outras regiões do país, porém com uma intensidade menor (LORENZI, 1998). É uma árvore caducifólia que pode atingir até 40 metros de altura e cerca de 300 cm de DAP quando se encontra na idade adulta, na sucessão ecológica é considerada uma planta secundária. Sua floração ocorre nos meses de setembro a janeiro e os frutos amadurecem após a queda das folhas, uma árvore isolada chega a produzir em torno de 1.500 frutos com cerca de 60.000 sementes férteis (CARVALHO, 2003).

A *Cedrela fissilis* Vell tem sido amplamente utilizada na medicina popular na elaboração de chás das folhas e das cascas que tem função adstringente, emético, febrífuga, anti-reumática, antimalárica e ajuda no combate à leucorréia e na lavagem de feridas e úlceras (CORRÊA, 1931; LORENZI e MATOS, 2008).

Estudos relacionados à extração de compostos fenólicos da casca do Cedro-rosa são pouco encontrados na literatura, entretanto, plantas da família Meliaceae possuem papel relevante por apresentarem atividade fagoinibidora sobre várias espécies de insetos. Algumas espécies representantes da família que apresentam atividades biológicas são o Cedro australiano (*Toona ciliata*), que apresenta ação inibidora do fotossistema II (Veiga et al., 2007), e a *Cedrela sinensis* que é utilizada na medicina tradicional para o tratamento de urticárias e disenteria, muito conhecida por conter limonóides, além de flavonóides e substâncias fenólicas (MITSUI et al., 2005).

2.4 *Azadirachta indica*

Azadirachta indica (sin. *Antelaea azadirachta*, *Melia azadirachta*), conhecida popularmente como Nim, pertence à família Meliaceae essa família compreende 50 gêneros e cerca de 600 espécies, e sua ocorrência é em toda região tropical (SOUZA; LORENZI, 2012). É uma planta muito resistente e de rápido crescimento, o seu tamanho pode chegar de 10 a 15 m de altura; sua madeira é avermelhada, dura e

resistente ao ataque de cupins e ao apodrecimento (ARAÚJO et al., 2000; MARTINEZ, 2002).

A família Meliaceae contém uma grande variedade de compostos chamados de inseticidas, e por isso são bastante conhecidas (NAKATANI *et al.*, 2004). a *Azadirachta indica* é originária da Índia, onde em muitas regiões é considerada uma planta medicinal de destacada relevância devido seus efeitos positivos para com a saúde das plantações, dos animais e até do homem (VIEGAS, 2003).

As sementes, óleo, folhas, frutos, cascas do caule e raízes do Nim possuem os mais variados usos antissépticos e antimicrobianos. O óleo e seus compostos isolados inibem o crescimento de fungos tanto nos homens quanto nos animais. O óleo é composto por linoleico e palmítico, triglicerídeos de oleico, esteárico, e sua principal utilização é em lamparinas, sabões e outros produtos não comestíveis (MOSSINI e KEMMELMEIER, 2005; CARVALHO et al., 2008). No entanto, após 20 dias em contato com o solo de acordo com Soglia et al., (2006), o óleo se deteriora, sendo assim a sua utilização no tratamento da madeira pode não ser tão eficaz, uma vez que os princípios ativos das substâncias empregadas para esta finalidade devem se preservar por longo tempo nas peças tratadas.

Diversos compostos ativos foram isolados da árvore, no entanto o liminóide azadiractina, é considerada o composto mais potente e é muito eficiente à postura de ovos dos insetos, impedindo o desenvolvimento da fase de mudança de esqueleto do insetos (ecdise), apresentando também atividade fago inibidora, além de antialimentar, repelente e inseticida (HOWATT, 1994; MARTINEZ, 2002; SIMÕES *et al.*, 2007).

2.5 Metabólitos secundários dos vegetais.

As plantas são grandes produtoras de componentes orgânicos que podem ser divididos em metabólitos primários e secundários. Algumas funções dos metabólitos primários podem ser citadas tais como: estrutura, armazenamento de energia e outros, já os metabólitos secundários não possuem nenhum tipo de relação com o desenvolvimento e com o crescimento das plantas (TAIZ e ZEIGER, 2006).

De acordo com Gobbo-Neto e Lopes (2007) o metabolismo secundário de plantas pode sofrer grandes interferências dependendo de vários fatores tais como: temperatura; raios UV; sazonalidade; composição atmosférica; idade da planta e

outros. Afirmaram também que não é válido para todas as espécies, pois já houve casos de plantas manterem estáveis suas concentrações de metabólitos durante 2 anos, portanto em alguns casos os fatores citados anteriormente podem não afetar a disponibilidade desses metabólitos.

Geralmente os metabólitos secundários são estruturas que apresentam baixo peso molecular e uma estrutura bem complexa, e possuem atividades biológicas bem destacadas ao contrário dos metabólitos primários (BERG e LUBERT, 2008). Devido ao fato das plantas exercerem atividades biológicas estimuladas pelo meio ambiente e também por possuírem atividade farmacológica, os metabólitos secundários despertam um grande interesse comercial, não apenas na área farmacêutica mas também na área gastronômica, perfumaria e alimentar (SIMÕES et al., 2007).

2.6 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são compostos bastantes presentes no nosso dia a dia, possuem pelo menos um anel aromático, onde pelo menos um hidrogênio é substituído por um agrupamento hidroxila (EMBRAPA, 2010). Grande parte dos compostos fenólicos é encontrando em forma de ésteres ou de heterosídeos sendo assim são solúveis em água e em solventes orgânicos polares a maioria dos compostos fenólicos não é encontrada no estado livre na natureza, mas sob forma de ésteres ou de heterosídeos sendo, portanto, solúveis em água e em solventes orgânicos polares.

Esses compostos são originados à partir do metabolismo secundário das plantas, e são considerados essenciais para o desenvolvimento e crescimento das plantas e normalmente é formado durante algum tipo de estresse passado pela planta, como por exemplo: Raios UV, ataque de patógenos, infecções, ferimentos e etc. (NAZKAC e SHAHIDI, 2004). Os compostos fenólicos contém uma larga diversidade e divide-se em flavonóides (polifenóis) e não-flavonóides (fenóis simples ou ácidos). A alta atividade antioxidante desses compostos é conferida à partir dos átomos de hidrogênio dos grupos hidroxilas adjacentes, localizadas em diversas posições, devido também as duplas ligações existentes entre os anéis benzênicos, e entre a função (-C=O) de algumas moléculas flavonoides (HRAZDINA e BORZEL, 1970).

Os flavonoides representa o grupo mais estudado de substâncias fenólicas presentes nos extratos tânicos, isso segundo LEWIS e LANZTY é devido a sua

estrutura relativamente simples. Os flavonoides estão presentes nas cascas, folhas, frutos e madeira de quase todas as famílias de plantas registradas. (YAZAKI e AUNG, 1998).

2.7 Taninos

Taninos são compostos fenólicos do metabolismo secundário vegetal, que apresenta um importante papel para as plantas devido a sua presença fazer com que os herbívoros e os agentes microbianos não se sintam atraídos por elas. Além da sua importância para as plantas os taninos apresentam um grande interesse econômico e ecológico e segundo MONTEIRO et al., (2005), apresentam solubilidade em água e peso molecular compreendido entre 500 e 300 Dalton. A utilização do tanino iniciou-se a muitos anos e a princípio para curtir couro de animais, e de acordo com que foi surgindo novas pesquisas na área foram descobertos outros diversos usos do tanino, como: produção de adesivos, (MORI, 1997; CARNEIRO, 2006; TEODORO, 2008; CARNEIRO, 2009) tratamento de água, (SILVA, 1999; CRUZ, 2004) e produção de fármacos, (SANTOS, 1999; THOMAZI et al., 2009).

De acordo com Hergert (1989), os taninos são classificados em dois grupos, os taninos hidrolisáveis e os taninos condensados, grupos estes de compostos químicos de natureza fenólica que estão presentes principalmente nas cascas de todas as coníferas e folhosas.

Os taninos hidrolisáveis são encontrados em dicotiledôneas lenhosas, gimnospermas e em herbáceas, são caracterizados por um núcleo (glucose) que são transformados em éster com ácidos gálicos (galotaninos) e ácidos elágicos (elagitaninos), formado a partir da rota metabólica do ácido chiquímico. Para fazer a localização da origem intracelular dos taninos hidrolisáveis, através de técnicas imunocitoquímicas foram desenvolvidos dois anticorpos que reconhecem como antígenos os compostos pentagaloiglucose e a enzima galoiltransferase (catalisadora de taninos hidrolisáveis). Essa técnica foi utilizada devido ao fato de apresentar uma grande precisão e especificidade já que os reagentes comumente utilizados não eram capazes de distinguir outros compostos fenólicos.

Os taninos condensados ocorrem sobretudo em gimnospermas e angiospermas são polímeros da flavan-3-ol e/ ou flavan-3,4- diol, derivados do metabolismo de fenilpropanoides (BRUNETON, 1991). Os taninos condensados também são

chamados de proantocianidinas, há indícios de que seja devido os pigmentos avermelhados da classe das antocianinas presentes nele, como a cianidina e a delphinidina, e apresentam uma grande diversidade estrutural que é resultado de padrões de substituições entre unidades flavânicas, e de posições entre suas ligações e a estereoquímica de seus compostos (MONTEIRO et al., 2005).

2.8 Fatores que influenciam na produção de metabólitos secundários

Em (2005) Baiocchi et al., Avaliando a influência de fatores edáficos na produção de taninos e fenóis totais em duas espécies de barbatimão observaram que durante a seca a produção de metabólitos secundários apresentam uma relação positiva com solos que possuem baixo teor de argila, arenosos e com pequena porcentagem de matéria orgânica, no período da chuva a relação acontece diretamente com a saturação por alumínio no solo e de forma inversa com o pH. Mesmo existindo uma forte associação entre as produções dos metabólitos avaliados, de tanino e fenóis totais dentro das épocas citadas, essas produções mostraram-se quase independentes, ou seja, não existe correlação de uma estação para outra.

Gobbo-Neto e Lopes (2006), afirmam que o ritmo circadiano, o desenvolvimento e a sazonalidade são fatores que podem influenciar a produção de metabólitos secundários, segundo eles a época de coleta é um dos fatores mais importantes que pode influenciar na quantidade e na natureza dos constituintes ativos que não são constantes durante o ano. Foi observado variações sazonais de aproximadamente todas as classes de metabólitos secundários tais como, lactonas, ácidos fenólicos, óleos essenciais, flavanóides, saponinas, cumarinas, taninos, graxas epicuticulares, alcaloides, glicosídeos cianogênicos, glucosinalatos, e iridóides, bem como o estágio de desenvolvimento e o órgão vegetal da planta também podem influenciar na quantidade total de metabólitos produzidos. Os casos mais frequentes já relatados segundo os mesmos, envolvem plantas e metabólitos que são terapeuticamente utilizados.

Além disso a herbivoria também pode interferir na produção de compostos secundários. De acordo com Cornelissen e Fernandes (2001) as plantas desenvolveram estratégias de defesa baseadas na presença de compostos químicos para escapar das injúrias causadas por herbívoros. Ferny (1976); bernays et al., (1989) citam que o metabolismo de diversas espécies de plantas evoluíram de forma

a utilizar compostos carbônicos como defesas contra herbivoria, tornando os tecidos vegetais quimicamente impalatáveis ou adstringente

2.9 Métodos de extração e quantificação de fenóis e totais

Nas cascas da maioria das espécies existem uma vasta diversidade de compostos químicos presente nos extrativos, devido a isso tem-se a necessidade da utilização de solventes específicos para se isolar os compostos fenólicos, que por sinal representa a fração mais significativa, as vezes pode chegar a atingir até 50% da massa seca da casca (TRUGUILHO et al., 1997).

A escolha do solvente é na maioria das vezes considerada um dos maiores obstáculos no momento da extração. Geralmente na extração de compostos fenólicos utiliza-se a solubilização em solventes orgânicos tais como o etanol, metanol e acetona ou misturando os solventes orgânicos com água visando o lucro e a otimização do processo (OLIVEIRA, 2005).

Para a quantificação de compostos fenólicos pode-se destacar o método colorimétrico Folin-Denis que é fortemente usado, porém esse método não distingue compostos fenólicos e outros materiais redutores ou antioxidante como o ácido ascórbico, formando precipitados que irão interferir na leitura espectrofotométrica (SCHOFIELD; PELL; MBUGUA, 2001). Porém Sartori et al., (2014), ao quantificarem o rendimento em fenóis totais nas cascas de Angico vermelho não verificaram diferenças estatísticas significativas entre os métodos de Folin-Denis e Folin-Ciocalteu.

O método Folin-Denis é um método colorimétrico baseado na redução do ácido fosfomolibdico-fosfotúngstico pelas hidroxilas fenólicas, gerando um complexo que apresenta a tonalidade azul que absorve entre 620 e 740 nm com um comprimento de onda máximo em 725 nm medido com auxílio de um espectrofotômetro. A solução saturada de carbonato de sódio é a base mais indicada para que a reação ocorra já que a mesma acontece em meio alcalino. O método de Folin-Denis, não é considerado um método específico, pois determina todos os fenólicos presentes (ANGELO E JORGE 2007).

O primeiro procedimento a ser realizado para determinar o teor de fenóis com o emprego dos métodos colorimétricos de Folin-Denis e Folin-Ciocalteu é a construção de uma curva de calibração, curva essa que deve ter pelo menos 6

determinações que servirá para representar a relação proporcional entre a concentração da substância na amostra e a resposta do equipamento (absorbância) (AMORIM et al., 2008).

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área de estudo.

O trabalho foi realizado no Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* São João Evangelista, situado a 680 metros de altitude, e as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 18° 32' 46" Sul, Longitude: 42° 45' 35" Oeste. O clima da cidade é quente e temperado, com temperatura média de 22°C e precipitação média de 1.180 mm e de acordo do Koppen; Geiger (1954) o clima é classificado como Cwa tendo inverno seco e estação chuvosa no verão. O instituto está localizado na Avenida Primeiro de Junho no centro da cidade e todos os estudos serão realizados nele inclusive uma das espécies utilizadas foram coletadas na mata da própria instituição que conta com cerca de 133,97 hectare pertencente ao bioma mata atlântica. (PREFEITURA MUNICIPAL.,2021, CIDADE BRASIL., 2021)

3.2 Coleta e preparo do material

Foram coletadas cascas de *Tectona grandis* (Teca), *Handroanthus serratifolius* (Ipê), *Azadirachta indica* (Nim) de três indivíduos, em uma propriedade rural, localizada no município de São João Evangelista, Minas Gerais. Todos os indivíduos foram plantados. Já amostras de três indivíduos de *Cedrela fissilis* (Cedro), foram coletadas no campus do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, no *campus* São João Evangelista (IFMG – SJE). Todas as cascas foram retiradas com o auxílio de um facão a 1,30 metros do solo, correspondente a altura do peito (DAP). As amostras de cascas foram retiradas com aproximadamente 10 cm de comprimento por 3 cm de largura, as mesmas foram extraídas de forma a não fazer o contorno completo no fuste da árvore e não atingindo o câmbio vascular. Foram coletadas cascas de três árvores de cada espécies.

3.3 Preparo do material

Após a coleta, as cascas foram levadas ao Laboratório de Tecnologia da madeira do IFMG – SJE, onde ficaram por um tempo em bandejas abertas no interior do laboratório para que ocorresse a secagem ao ar livre. Posteriormente, foram moídas em moinho de facas do tipo Wiley e peneiradas com peneiras granulométricas de 40 e 60 mesh. As cascas utilizadas foram as que ficaram retidas na peneira de 60 mesh e armazenadas em sacos plásticos fechados para que não ocorressem trocas de umidade. Em seguida, foram determinadas as umidades das amostras em base seca, pelo método gravimétrico em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$, conforme a equação abaixo.

$$U_{bs}: \frac{M_u - M_s}{M_s} \times 100$$

Onde:

U_{bs} = o teor de umidade na base seca (%).

M_u = Massa úmida (g).

M_s = Massa seca (g).

3.4 Doseamento de fenóis totais por método colorimétrico

O protocolo seguido para a extração e quantificação de fenóis por Folin-Denis está descrito a seguir.

3.4.1 Preparo dos extratos

Para a extração, foram testados dois solventes, metanol a 50% (v/v), e etanol 50% (v/v). Foram utilizados o correspondente a 600 mg de cascas secas moídas em 30 mL de solvente, 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 e cada solvente.

3.4.2 Quantificação de Fenóis totais pelo método de Folin-Denis

A curva de calibração foi preparada à partir das medidas de absorvância de solução padrão de ácido tânico (100mg/1000mL), Sigma- Aldrich, em alíquotas de 20; 40; 80; 120; 160; 200 e 240 μL 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 µL da solução de Folin-Denis, 200 µL da solução de carbonato de sódio saturado (Na₂CO₃). 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.

4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram realizadas análises de variância e quando verificada diferença estatística foi aplicado o teste Tukey, a 5% de significância, de modo a verificar a diferença entre as espécies e entre os solventes empregados.

5 RESULTADO E DISCUSSÃO

A avaliação da diferença estatística entre metanol e etanol para cada espécie se apresenta na tabela 1. Os valores de fenóis totais verificados nas cascas de Teca, Ipê, Cedro, e Nim para metanol e etanol, ambos a 50% (v/v) estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 1 – Avaliação da diferença estatística entre os solventes em cada espécie. Os valores entre parêntesis correspondem ao desvio padrão das amostras.

Espécies	Metanol	Etanol
Teca	0.71 (0,17) a1	0.96 (0,57) a1
Ipê	1.24 (0.39) a1	1.12 (0,31) a1
Cedro	5.73 (2,03) a1	6.91 (1,91) a1
Nim	8.09 (2,84) a1	11.84 (3,41) a1

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Tabela 2 – Valores médios de Fenóis Totais (%) nas cascas das espécies

Teor de Fenóis (%)		
Espécies	Metanol	Etanol
Teca	0,71 a	0,96 a
Ipê	1,24 ab	1,12 a
Cedro	5,73 bc	6,91 b
Nim	8,09 c	11,84 b

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Não significativo a 5% de significância

Rambo, (2019) estudou a composição química das diferentes partes da árvore de Cedro. A autora verificou que não foram detectados fenóis nos extratos em hexano e acetato de etila das folhas e cascas, pois são solventes apolares, e os compostos fenólicos são solúveis em solventes orgânicos polares, como etanol, metanol, acetona e água, bem como misturas hidroalcólicas.

Nota-se que não houve diferenças estatísticas significativas para todas as espécies entre os solventes testados. Porém quando comparadas as espécies dentro de cada solvente foi possível notar diferenças significativas. Pode-se dizer que ambos os solventes apresentam potencial, porém indica-se o uso de etanol, devido ao fato de possuir o menor valor e menor toxidez em relação ao metanol.

Vizzotto e Pereira (2011), para verificar o melhor solvente extrator de compostos fenólicos e atividade antioxidante, testaram diferentes solventes com pouca, intermédia e alta polaridade. Ao utilizar o solvente hexano (de menor polaridade), não obtiveram resultados satisfatórios, uma vez que não foi capaz de extrair os compostos fenólicos nas cascas de amora-preta. Já o hexano, o solvente de alta polaridade (acetona, metanol e etanol) foi o mais eficiente na extração dos polifenóis.

Menezes Filho e Castro (2019), citam que além da qualidade do solvente é importante também que apresente baixa toxicidade na extração, podendo garantir que o produto obtido seja utilizado nos mais variados processos industriais, como por exemplo nas indústrias de alimentos e farmácia. Mesmo não apresentando estatisticamente diferenças entre si, o solvente metanol seria o menos indicado devido ao fato de seu ser restrito para processos em que incluam seres humanos e animais.

Com o emprego de metanol, nota-se que maiores rendimentos foram verificados nas cascas de Nim e Cedro, com 8,09 e 5,73% respectivamente, não havendo diferenças estatísticas significativas entre as espécies. E menores rendimentos foram verificados nas cascas de Teca e Ipê, com 0,71 e 1,24% respectivamente, também estatisticamente iguais.

Comportamento semelhante foi verificado com o emprego de etanol, em que os maiores rendimentos foram verificados nas cascas de Nim e Cedro, de 11,84 e 6,91% respectivamente e os menores valores nas cascas de Teca e Ipê, de 0,96 e 1,12% respectivamente.

Baptista (2015), pelo método de Folin-Ciocalteu, verificou o potencial da utilização das cascas de *Tectona grandis* em biorrefinaria. Neste estudo, a autora verificou que o rendimento em compostos fenólicos nas cascas foi de 0,8% com o emprego de etanol e de 0,6% em água, resultando em um rendimento de 1,4%, valor este superior ao verificado neste estudo, que foi de 0,96%.

Rahman et al. (2015), estudando compostos fenólicos em diferentes partes da árvore de *Tabebuia pallida*, (atual *Handroanthus heptaphyllus*) verificaram, com emprego da solução de Folin-Ciocalteu que o rendimento em fenóis em extratos metanólicos de cascas foi de 1,27% da massa seca das cascas, valor semelhante ao verificado nesse estudo (1,24%).

Pereira et al. (2012), realizaram estudos com extratos etanólicos de cascas de *Tabebuia avellanedae* (atual *Handroanthus impetiginosus*), em extração a frio por sete dias. Os resultados demonstram que o extrato etanólico acelera significativamente a cura de úlcera gástrica induzida por ácido acético em ratos através do aumento do conteúdo de muco e proliferação celular, indicando potencial para o tratamento de doenças de úlcera péptica.

Rambo (2019) estudou a composição química das diferentes partes da árvore de Cedro. Neste estudo, utilizando reagente de Folin-Ciocalteu, a autora verificou rendimentos médios em torno de 6% em extração em água a frio a 10% em extração em decocção.

Bernardi et al. (2012), realizaram estudos sobre atividade antibacteriana de extratos vegetais de *Azadirachta indica* onde os extratos foram preparados utilizando 100 gramas de folhas secas trituradas para 1000 mL do agente extrator. O álcool etílico a 70% (v/v), hexano e acetato de etila, foram empregados como agentes extratores. Os autores concluíram que os extratos testados apresentam efeito

antibacteriano, porém a melhor concentração inibitória mínima (MIC) confere ao extrato bruto produzido com acetato de etila. Para os extratos de hexano e álcool etílico 70%, os MICs são menos expressivos em função da elevada concentração de extrato bruto para promover efeitos de inibição semelhante aquele apresentado pelo acetato de etila.

Nota-se que a maioria dos trabalhos aqui discutidos utilizaram o método colorimétrico de Folin-Ciocalteu na quantificação dos compostos fenólicos, porém Sartori (2012) testou os métodos colorimétricos de Folin-Denis e Folin-Ciocalteu, e a autora não verificou diferença estatística significativa nos teores de fenóis totais nas cascas de Angico vermelho. A autora salientou que o método de Folin-Denis pode ser indicado visto que utiliza menor quantidade de reagente.

6 CONCLUSÃO

Os solventes testados apresentaram bons resultados comprovando sua eficiência, e estão coerentes a valores encontrados anteriormente por outros autores. Estatisticamente os solventes não apresentaram diferenças entre si, porém é indicado o uso de etanol devido a toxicidade do metanol. Os valores encontrados de compostos fenólicos utilizando o metanol foram de 0,58%; 1,24%; 5,73% e 8,08% e utilizando o etanol foram de 0,96%; 1,12%; 6,91%; 11,84% para Teca, Ipê, Cedro e Nim respectivamente. Tendo em vista que as espécies estudadas possuem interesses madeireiros, os valores apresentados de compostos fenólicos encontrados nas cascas dessas espécies mostram um possível potencial para extração.

REFERÊNCIAS

AMORIM, E. L. C. et al. Simple and accurate procedure for the determination of Tannin and flavonoid levels and some applications in ethnobotany and ethnopharmacology. **Functional Ecosystems and Communities**, Ikenobi, v. 2, n. 1, p. 88-94, 2008.

ÂNGELO, H.; SILVA, V. S. de M.; SOUZA, Á. N. de; GATTO, A. C. Aspectos financeiros da produção de teca no Estado de Mato Grosso. **Floresta**, v. 39, n. 1, p. 23-32, 2009.

ÁRVORES BRASILEIRAS: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas no Brasil. 4. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 368 p., 2002.

BAIOCCHI, J. ET AL., Influência de fatores edáficos na produção de fenóis totais e taninos de duas espécies de barbatimão (*Stryphnodendron* sp.) **Pesquisa**

Agropecuária Tropical, vol. 35, núm. 3, 2005, pp. 163-169 Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos Goiânia, Brasil.

BERNARDI, N. de O.; MEURER, M.; ARANTES, V. P. Estudo da atividade antibacteriana de extratos vegetais de *Azadirachta indica* "Neem" frente a cepa padrão de *Streptococcus pyogenes* atcc 19615. **Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR**, Umuarama, v. 16, n. 3, p. 117-122, set./dez. 2012.

Bernays, E.; Driver, G. C e Bilgener, M. 1989. **Herbivores and plant tannins**. *Advances in Ecological Research*. 19:263-302.

BRASIL, R. B. Estudo fitoquímico e Atividade Fungicida do Extrato Metanólico das Folhas de *Azadirachta indica* (A. Jusseu). **Universidade Federal do Pará, Departamento de Química-PPGQ** (2010). Dissertação de Mestrado.

BRUNETON, J. **Elementos de fitoquímica y de farmacognosia**. Acribia: Zaragoza, 1991. 600 p.

CAB - Commonwealth Agricultural Bureaux. Forestry Compendium Report - *Tectona grandis* (teak). 2012. Disponível em <https://www.cabi.org/fc/> Consultado em março de 2020.

CARNEIRO, A. C. O. **Efeito da hidrólise ácida e sulfitação de taninos de *Eucalyptus grandis* w. hill ex maiden e *Anadenanthera peregrina* sp., nas propriedades dos adesivos**. 182 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

CARNEIRO, A. C. O. et al. Propriedades de chapas de aglomerado fabricadas com adesivo tânico de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*) e uréiaformaldeído. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 3, p. 521-531, 2009.

CARVALHO, G. A; SANTOS, N. M; PEDROSO, E. C; TORRES, A. F.; Eficiência do óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) no controle de *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) em couve-manteiga *Brassica oleracea* Linnaeus var. *acephala*. **Arquivos do Instituto Biológico**. 75(2): 181-186, 2008.

CARVALHO, P. E. R. Cedro: taxonomia e nomenclatura. **Circular Técnica 113**, Embrapa Florestas, 1ª ed. Colombo, PR, 2005.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. **Colombo: Embrapa Florestas**. 1039p., 2003.

CARVALHO, P.E. Espécies florestais brasileiras. **EMBRAPA-CNPQ**. 672p. Brasília, 1994.

CARVALHO, P. E. R. Espécies florestais brasileiras- recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. **Colombo: EMBRAPA-CNPQ**. Brasília: EMBRAPA-SPI. 640 p., 1994.

CASTRO, A. H. F. et al. Calogênese e teores de fenóis e taninos totais em barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) coville). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 385-390, mar./abr. 2009.

CIDADE BRASIL. **Município de São João evangelista**. 2021. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-sao-joao-evangelista.html> Acesso em: Setembro 2021.

CNCFlora. ***Handroanthus serratifolius* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora**. Disponível em <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Handroanthus_riodocensis>. Acesso em 7 setembro 2021.

CORNELISSEN, T. G.; FERNANDES, G. W. Defence, growth and nutrient allocation in the tropical shrub *Bauhinia brevipes* (Leguminosae). **Austral Ecology**, Sydney, v. 26, n. 3, p. 246-253, Jun. 2001

CORRÊA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil. **Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura**, IBDF, v. 1, p. 63, 1931.

CRUZ, J. G. H. **Alternativas para a aplicação de coagulante vegetal à base de tanino no Tratamento o efluente de uma lavanderia industrial**. 2004. 76f. Dissertação (Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2004.

DANIEL, G. **Wood and Fibre Morphology**. In: *Wood Chemistry and Biotechnology*, Eds. M. Ek, G. Gellerstedt, G. Henriksson, Volume 1, Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin, 2009.

DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M. B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M.A. de O.; BAITELLO, J. B. Sementes e mudas de árvores tropicais. 2 ed. **São Paulo: Páginas & Letras**, 2002.

EVANS, J. Site and Species selection - changing perspectives. **Forest Ecology and Management**, v.21, p.299-310, 1987.

EVERT, R. F. *Esau's Plant Anatomy. Meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development*. **Third Edition, Wiley-Interscience**. 624p., 2006.

PAINE, C. E. T.; STAHL, C.; COURTOIS, E. A.; PATIÑO, S.; SARMIENTO, C.; BARALOTO, C. Functional explanations for variation in bark thickness in tropical rain forest trees. **Functional Ecology**, 24(6): 1202–1210, 2010.

Feeny, P. 1976. **Plant apparency and chemical defense**. P 1-40. In Wallace, J. E Mansell, R. L. (eds.). *Biochemical interactions between plants and insects*. Recent Advances in Phytochemistry, vol. 10. Plenum, New Yo

FERREIRA, L.; CHALUB, D.; MUXFELDT, R. Ipê-amarelo: *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols. **Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia**, Maaus, v. 5, 2004.

GOBBO-NETO, L., LOPES, N.P., **plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários**. Departamento de Física e Química, Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo 2006.

GOBBO NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: Fatores de Influência no Conteúdo de Metabólitos secundários. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 374-381, mar./abr. 2007.

HERGERT, H. L. Condensed tannins in adhesives: introduction and historical perspectives. In: HEMINGWAY, R.W. et al. (Org.) **Adhesives from renewable resources**. Washington, D.C.: American Chemical Society, p. 155-171, 1989.

HRAZDINA, G.; BORZEL, A. J.; ROBINSON, W. B. Studies on the stability of the anthocyanidin-3,5-diglucosides. *Am. J. Enol. Vitic.*, v. 21, n. 4, p. 201-204, 1970.

HOWATT, K. *Azadirachta indica*: one tree's arsenal Against Pests. **Colorado State University**, Fort Collins, Colorado 80523, 1994.

INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION. **Encouraging industrial forest plantations in the tropics - Report of a Global Study**. ITTO Technical Series 33. ITTO, Yokohama, Japan, 2009.

JIMÉNEZ-GONZALES, F. J. et al. Antiinfectious activity in plants of the genus *Tabebuia*. **Universitas Scientiarum**. v. 18, n. 3, p. 257-267, 2013.

KAOSA-ARD, A. Teak - Its natural distribution and related factors. **Natural History Bulletin of the Siam Society**, 29: 55-74, 1989.

KOUL, O.; ISMAN, M. B.; KETKAR, C. M. Properties and 10 Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, v.10, n.3, p.6-10, 2008. use of neem, *Azadirachta indica*. Canadian Journal of Botany, v.68, p.1-11. 1990.

KÖPPEN, W; GEIGER, R. *Klima der Erde (Clima da Terra)*. Wall Mapa 1:16 Mill. Klett-Perthes, Gotha. 1954

LAURIDSEN, E. B.; KANCHANABURAGURA, C.; BOONSERMSUK, S. Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) in Thailand. Forest Genetic Resources Information, n. 19, p. 25-33, 1991.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2.ed. Nova Odessa: Plantarum, 368 p. 1998.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Plantarum, 367 p. 1992.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, p. 371, 2008.

MARTINEZ, S. S. O nim: *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: IAPAR, 142 p. 2002.

MENEZES FILHO, Antônio Carlos Pereira; CASTRO, Carlos Frederico de Souza. Avaliação de diferentes solventes na extração de compostos fenólicos totais em extratos farináceos do fruto de *Hymenaea stigonocarpa* L. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 10 n. 2, p. 158-169, abr./jun. 2019.

MITSUI, K.; MAEJIMA, M.; SAITO, H.; FUKAYA, H.; HITOTSUYANAGI, TAKEYA, K. Triterpenoids from *Cedrela sinensis*. **Tetrahedron**, 2005.

MONTEIRO, Júlio Marcelino; ALBUQUERQUE, Ulysses Paulino de; ARAÚJO, Elcida de Lima. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 5, p. 892-896, 2005.

MORI, F. A. **Uso de taninos da casca de *Eucalyptus grandis* para produção de adesivos de madeira**. 1997. 47 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.

MOSSINI, S. A. G.; KEMMELMEIER C. **The Neem tree (*Azadirachta indica*): wide-ranging uses**. *Acta Farmacêutica Bonaerense*, vol.24, n.1. P. 139-148. 2005.

NAKATANI, M.; ZHOU, J; NAKAYAMA, N.; NAKATANI, M.; ABDELGALEIL, S.A.M.; SAAD, M.M.G.; HUANG, R.C.; DOE M.; IWAGAWA, T. **Phragmalin limonoids from *Chukrasia tabularis***. *Phytochemistry*, v.65, p. 2833-2841, 2004.

NEWBY, J. C.; CRAMB, R. A.; SAKANPHET, S.; McNAMARA, S. Small holder teak and agrarian change in Northern Laos. *Small-scale Forestry*, v. 11, p. 27–46, 2012.

OLIVEIRA, A. B. et al. Estrutura química e atividade biológica de naftoquinonas de bignoniáceas brasileiras. **Química Nova**. v. 13, n. 4, p. 302-307, 1990.

OLIVEIRA, J. T. S. et al. Influência dos extrativos na resistência ao apodrecimento de seis espécies de madeira. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 819-826, Sept./Oct. 2005.

ORWA C., MUTUA A., KINDT R., JAMNADASS R., ANTHONY S. 2009. Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0. Disponível em http://old.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Tectona_grandis.PDF Consultado em março de 2020.

PANDEY D.; BROWN C. Teak: a global overview. **Unasylva**, Vol. 51, No. 201, pp. 3-12. 2000.

PEREIRA H. et. al. Qualidade e utilização tecnológica do eucalipto (*Eucalyptus globulus*). Ed. **Centro de Estudos Florestais**, Lisboa. 2010.

PEREIRA, I. *et al.* **Antiulcer Effect of Bark Extract of *Tabebuia avellanedae*: Activation of Cell Proliferation in Gastric Mucosa During the Healing Process.** p. 1067–1073. 2012

PREFEITURA MUNICIPAL SÃO JOÃO EVANGELISTA. História de São João Evangelista, Minas Gerais. 2014. Disponível em: <https://www.sje.mg.gov.br/cidade> Acesso em: Setembro de 2019.

RAHMAN, M. M.; ISLAM, M. B.; BISWAS, M.; ALAM, A. H. M. K. In vitro antioxidant and free radical scavenging activity of different parts of *Tabebuia pallida* growing in Bangladesh. **BMC Res. Notes**. 2015.

RAMBO, C. R.; **Estudo Fitoquímico E Biológico De Extratos De Diferentes Partes Do Cedro (*Cedrela Fissilis Vell*)**. 2019.

RIFFLE, R. L. **The tropical look** – an encyclopaedia of landscape plants for worldwide use. Timber Press, Thames and Hudson Ltd., London. 1998.

SARTORI, C.J., **Avaliação dos teores de compostos fenólicos nas cascas de *Anadenanthera peregrina* (Angico-Vermelho)**. 2012.

SHAHDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications**. Lancaster. Technomic 1995.

SILVA, C. H. T. P da. Validação de metodologia analítica para matéria-prima e produto acabado contendo *stryphnodendron adstringens* (*Martins*) *Coville*. 2007.

SOARES, S.E.; **Ácidos fenólicos como antioxidantes**. Rev. Nutr., Campinas, 15(1):71-81, jan./abr., 2002.

SANTOS, S. da C.; MELLO, J. C. P. Taninos. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELOO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Org). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Ed. UFSC, 821p. 1999.

SAXENA, R. C. The neem tree: its geographical distribution, plantation characteristics, growth and yield and associated pests and diseases. In **Training Workshop on “How to Grow and Use Neem”**, ICIPE, Mbita, Kenya, p.14-23 nov., 1999.

SCHOFIELD, P.; MBUGUA, D.M.; PELL, A.N. Analysis of condensed tannins: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 91, p. 21-40, 2001.

SILVA, T. S. S. **Estudo de tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e esgoto**. 1999. 88 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) –Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, São Paulo, 1999.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. Farmacognosia, da planta ao medicamento. 5ª ed. Porto Alegre: editora UFRGS, 1104p. 2007.

SINGH, B. B; UMAR, A. F. Spread of neem from Asia to West Africa. **Asian-AgriHistory**, v. 1, n. 1, p. 41-46, 1997.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Alelopatia**: princípios básicos e aspectos gerais. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 260 p. 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.719 p.

TAIZ. L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4. ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates Inc., 2006.

TAPAJÓS MOTA, Líbio José; MOREIRA DA SILVA DE ALMEIDA, Sheylla Susan; DUARTE, Jonatas Lobato. Análise fitoquímica das folhas de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson (Ipê Amarelo). **Estação Científica (UNIFAP)**, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 33-43, maio 2015. ISSN 2179-1902.

TEODORO, A. S. **Utilização de adesivos à base de taninos na produção de painéis de madeira aglomerada e OSB**. 2008. 110p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

THOMAZI, G. O. C.; BERTOLIN, A. O.; PINTO M. D. da S. **Atividade antibacteriana *in vitro* do barbatimão e da mangabeira contra bactéria relacionadas às infecções do trato urinário**. Anais do I Seminário Internacional de Ciências do Ambiente Sustentabilidade na Amazônia. 2009.

TOMAZELLO, M. Wood quality of plantation teak (*Tectona grandis* L.f.) trees in Brazil. In: IUFRO (Ed.) **Proceedings of IUFRO Conference Division 5** (Forest Products), 8-13 July, Lisbon, Portugal, pp. 132. 2012.

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

VEIGA, T. A. M.; VÁZQUEZ, R. G.; NETO, J. O.; SILVA, M. F. G. F.; DÍAZ, B. K.; HENNSSEN, B. L. Siderin from *Toona ciliata* (Meliaceae) as photosystem II inhibitor on spinach thylakoids. **Archives of Biochem and Biophysics**, 1-6. 2007.

VIEGAS, J. R. **Terpenos com atividade inseticida: Uma alternativa para o controle químico de insetos**. Quím. Nova 26: 390-400. 2003.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M. C. Amora-preta (*Rubus* sp.): otimização do processo de extração para determinação de compostos fenólicos antioxidantes. Revista Brasileira Fruticultura, Jaboticabal, v. 33, nº4, 2011.

WEBB, D; WOOD, P. J.; SMITH, J. P.; HENMAN, G. S. A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. 2nd ed. rev. Oxford: Commonwealth Forestry Institute: University of Oxford, 256 p. 1984.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A. S.; OLIVEIRA, M. L. Enraizamento de Miniestaca Caulinar e Foliar na Propagação Vegetativa de Cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). Revista Árvore, Viçosa, v.27, n.3, p.351-356, 2003.

YAZAKI, Y.; AUNG, T. **Alkaline extraction of *Pinus radiata* bark and isolation of aliphatic carboxylic acids.** *Holzforschung*, v. 42, p. 375-360, 1988.