



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

**INSTITUTO DE QUÍMICA**

**GRADUAÇÃO EM QUÍMICA INDUSTRIAL**

**DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E PROSPECÇÃO  
FITOQUÍMICA DO EXTRATO ETANÓLICO E PARTIÇÕES DA  
CASCA DA *Schefflera macrocarpa***

**Eric Guidetti Demonari**

**ERIC GUIDETTI DEMONARI**

**DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E PROSPECÇÃO  
FITOQUÍMICA DO EXTRATO ETANÓLICO E PARTIÇÕES DA  
CASCA DA *Schefflera macrocarpa***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Uberlândia como requi-  
sito parcial à obtenção do grau de Bacharel em  
Química Industrial.

**Orientador:** Prof. Dr. Sérgio Antônio Lemos de Morais

Uberlândia – MG

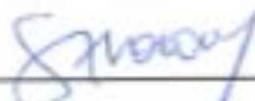
Dezembro/2017

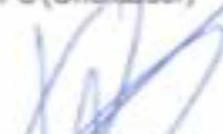
DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E PROSPECÇÃO  
FITOQUÍMICA DO EXTRATO ETANÓLICO E PARTIÇÕES DA  
CASCA DA *Schefflera macrocarpa*

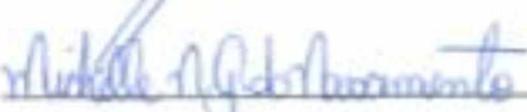
Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Fe-  
deral de Uberlândia, como requi-  
sito parcial na obtenção do título  
de graduação em Bacharel em  
Química Industrial, sob orienta-  
ção do Prof. Dr. Sérgio Antônio  
Lemos de Moraes

Área de Concentração: Química  
Orgânica

Aprovado em 14 de dezembro de 2017.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Sérgio Antônio Lemos de Moraes  
IQ / UFU (Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Wellington da Oliveira Cruz  
IQ / UFU

  
\_\_\_\_\_  
Ms. Michelle Nauara Gomes do Nascimento  
IQ / UFU

Uberlândia - MG

Dezembro/2017

*Dedico este trabalho a todos aqueles que contribuíram direta e indiretamente para o meu desenvolvimento.*

## **AGRADECIMENTOS**

Sou grato primeiramente à minha família e a Deus, que sempre me incentivaram a seguir em frente e me ensinaram que o conhecimento é o bem mais valioso do ser humano.

Agradeço ao Prof. Dr. Sérgio Antônio Lemos de Moraes pelos ensinamentos, pelo companheirismo e pela paciência ao longo da pesquisa.

Aos meus companheiros de laboratório e de graduação, que sempre me trouxeram alegria e motivação nos bons e maus momentos.

Por fim, agradeço a todos que estiveram comigo ao longo desses anos e contribuíram de alguma forma para a conclusão deste trabalho e minha graduação.

## RESUMO

O Cerrado é um dos biomas brasileiros mais ricos em biodiversidade de fauna e flora. Essa ampla gama de espécies representa uma riqueza ambiental, social e química, visto que a flora é rica em compostos orgânicos passíveis de utilização na indústria e na medicina. Sabe-se que o metabolismo secundário vegetal é responsável por sintetizar compostos como flavonoides, taninos, terpenos e alcaloides para se proteger e melhorar sua interação com o meio ambiente. Esses compostos apresentam atividades benéficas também para o ser humano, como ação anti-inflamatória, antibiótica, anestésica, analgésica e antioxidante. Com isso, o estudo das plantas do Cerrado torna-se importante para aumentar a gama de plantas catalogadas, bem como as alternativas naturais para utilização na medicina e na indústria em geral. O presente trabalho teve como objetivo analisar a *Schefflera macrocarpa*, uma planta do Cerrado que pode ser rica em metabólitos secundários. Essa espécie foi escolhida por conta dos resultados positivos que as plantas do mesmo gênero *Schefflera* obtiveram. A partir do extrato etanólico de sua casca, foi realizada a identificação dos compostos presentes e posteriormente foi realizada a determinação da atividade antioxidante desse extrato, afim de determinar se a planta apresenta ou não potencial para estudos mais aprofundados. Na prospecção fitoquímica foram identificados os metabólitos secundários flavonoides, terpenos, taninos, saponinas e esteroides, tanto no extrato, quanto nas frações. A fração de acetato de etila apresentou teores mais elevados de fenóis totais, resultado também observado no teor de taninos condensados. Assim como o extrato as frações das cascas apresentaram elevada capacidade de sequestro do radical DPPH com valores de  $CE_{50}$  menores que  $50 \mu\text{g mL}^{-1}$ , especialmente a fração acetato de etila. Com isso, os resultados iniciais sugerem que a *Schefflera macrocarpa* é uma espécie com grande potencial para estudos mais aprofundados.

**Palavras-chave:** *Schefflera macrocarpa*, Cerrado, Metabólitos Secundários, Atividade Antioxidante.

## ABSTRACT

The cerrado is one of the richest Brazilian biomes in biodiversity of fauna and flora. This wide range of species represents an environmental, social and chemical wealth, since the flora is rich in organic compounds that can be used in industry and medicine. It's known that secondary plant metabolism is responsible for synthesizing compounds such as flavonoids, tannins, terpenes and alkaloids to protect themselves and improve their interaction with the environment. These compounds have beneficial activities for humans, such as anti-inflammatory, antibiotic, anesthetic, analgesic and antioxidant action. With this, the study of cerrado plants becomes important to increase the range of cataloged plants as well as natural alternatives for use in medicine and industry in general. The present work aimed to analyze *Schefflera macrocarpa*, a cerrado plant that can be rich in secondary metabolites. This species was chosen because of the positive results that the plants of the same genus *Schefflera* obtained. From the ethanolic extract of its bark, the identification of the present compounds was carried out and the antioxidant activity of this extract was determined, in order to determine whether or not the plant has potential for further studies. In phytochemical prospection, the secondary metabolites as flavonoids, terpenes, tannins, saponins and steroids, both in the extract and in the fractions, were identified. The ethyl acetate fraction presented higher levels of total phenols, a result also observed in the content of condensed tannins. Both extracts and bark fractions presented high DPPH radical sequestration capacity with EC<sub>50</sub> values lower than 50 µg mL<sup>-1</sup>, especially the ethyl acetate fraction. Thus, the initial results suggest the *Schefflera macrocarpa* as a species with great potential for further studies.

**Keywords:** *Schefflera macrocarpa*, Cerrado, Secondary Metabolites, Antioxidant Activity.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Biomas brasileiros.....	12
<b>Figura 2.</b> Distribuição da <i>Schefflera macrocarpa</i> no Brasil .....	13
<b>Figura 3.</b> <i>Schefflera macrocarpa</i> .....	14
<b>Figura 4.</b> Fatores que influenciam na produção de metabólitos secundários .....	16
<b>Figura 5.</b> Rotas de biossíntese dos metabólitos secundários .....	16
<b>Figura 6.</b> Rotas de biossíntese dos terpenos .....	17
<b>Figura 7.</b> Fórmula estrutural do isopreno.....	18
<b>Figura 8.</b> Fórmula estrutural do fenol .....	19
<b>Figura 9.</b> Biossíntese dos compostos fenólicos via ácido chiquímico .....	19
<b>Figura 10.</b> Estrutura de alguns flavonoides .....	20
<b>Figura 11.</b> Estrutura dos taninos hidrolisados .....	21
<b>Figura 12.</b> Estrutura dos taninos condensados .....	21
<b>Figura 13.</b> Estruturas de alguns alcaloides.....	22
<b>Figura 14.</b> Grupos químicos básicos dos alcaloides.....	23
<b>Figura 15.</b> Biossíntese da morfina.....	23
<b>Figura 16.</b> Reação do ácido gálico com molibdênio componente o reagente FC .....	34
<b>Figura 17.</b> Curva analítica de concentração de ácido gálico vs absorbância.....	35
<b>Figura 18.</b> Reação da vanilina sulfúrica com um tanino catéquino, onde R é um monômero catéquino .....	37
<b>Figura 19.</b> Curva analítica da reação da catequina e a vanilina sulfúrica .....	37
<b>Figura 20.</b> Reação entre o DPPH e o BHT.....	39

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Classificação dos terpenos quanto à unidade de isopreno .....	18
<b>Tabela 2.</b> Rendimento dos extratos etanólicos da casca da <i>Schefflera macrocarpa</i> .....	31
<b>Tabela 3.</b> Partição líquido-líquido do extrato etanólico da casca da <i>Schefflera macrocarpa</i> .....	32
<b>Tabela 4.</b> Resultados da prospecção fitoquímica das amostras da casca da <i>Schefflera macrocarpa</i> .....	33
<b>Tabela 5.</b> Teor de fenóis totais no extrato e frações da casca de <i>Schefflera macrocarpa</i> .....	36
<b>Tabela 6.</b> Teor de taninos condensados no extrato e frações de <i>Schefflera macrocarpa</i> .....	38
<b>Tabela 7.</b> Valores de CE <sub>50</sub> da análise da capacidade antioxidante do extrato bruto e frações das folhas de <i>Schefflera macrocarpa</i> .....	39
<b>Tabela 8.</b> Correlação entre os valores de CE <sub>50</sub> e a intensidade da atividade antioxidante .....	40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**CoA.** Coenzima A

**PA.** Para Análise

**CCD.** Cromatografia de Camada Delgada

**FM<sub>1</sub>.** Fase Móvel 1

**FM<sub>2</sub>.** Fase Móvel 2

**NP-PEG.** Difetilboriloxietilamina - polietilenoglicol

**EAG.** Equivalente de ácido gálico

**EC.** Equivalente de catequina

**FC.** Folin-Ciocalteu

**DPPH.** 2,2-difenil-1-picrilidrazila

**AA.** Atividade Antioxidante

**CE<sub>50</sub>.** Concentração Efetiva

**BHT.** Butilidroxitolueno

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	12
1.1. O Bioma Cerrado	12
1.2. <i>Schefflera macrocarpa</i>	13
1.3. Metabolismo Secundário	15
1.4. Principais Metabólitos Secundários	17
1.4.1. Terpenos	17
1.4.2. Compostos Fenólicos	19
1.4.3. Alcaloides	22
1.5. Atividade Antioxidante	24
<b>2. OBJETIVOS</b>	24
<b>3. PARTE EXPERIMENTAL</b>	25
3.1. Instrumentação e Aparatos	25
3.2. Reagentes e Soluções	25
3.3. Coleta do Material Vegetal	26
3.4. Preparo das Amostras	26
3.5. Extração Etanólica	26
3.6. Preparo das Partições Líquido-Líquido	27
3.7. Prospecção Fitoquímica	27
3.8. Determinação do Teor de Fenóis Totais	29
3.9. Determinação do Teor de Taninos Condensados	29
3.10. Determinação da Atividade Antioxidante	30
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	31
4.1. Rendimento da Extração Etanólica	31
4.2. Rendimento das Partições Líquido-Líquido	32
4.3. Prospecção Fitoquímica	32
4.4. Determinação do Teor de Fenóis Totais	34
4.5. Determinação do Teor de Taninos Condensados	36
4.6. Determinação da Atividade Antioxidante	38
<b>5. CONCLUSÕES</b>	40
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	41

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. O Bioma Cerrado

O Cerrado é um dos maiores biomas brasileiros, ocupando cerca de 22% do território nacional. Onde encontra-se uma grande biodiversidade endêmica usadas como terapêuticos (VIEIRA, MARTINS, 2000). Esse vasto território vem sofrendo uma devastação contínua durante as últimas décadas por conta da expansão da agricultura e da pecuária, o que resulta em consequências terríveis para a fauna e a flora desse bioma. Devido a essas agressões, plantas com alto potencial medicinal e que nunca foram pesquisadas podem ser extintas. Por fatores como esses é de grande importância que haja o desenvolvimento de pesquisas com plantas nativas desse bioma. O Cerrado ocupa uma das maiores áreas do país, o qual resulta em uma flora rica que pode ser pesquisada no intuito de encontrar plantas com propriedades medicinais (SILVA et al., 2007). Essas plantas apresentam substâncias com alto potencial no tratamento de sintomas e doenças, podendo ser uma alternativa natural e economicamente rentável. Por sua ampla cobertura, está presente em grande parte do Centro-Oeste e alguns estados do Sudeste, Nordeste e Norte (MMA, 2017) (Figura 1).

**Figura 1.** Biomas brasileiros.



Fonte: MMA, 2017.

O Cerrado é habitado por aproximadamente 160 mil espécies de animais, fungos e plantas (BRANNSTROM et al., 2008). Sua biodiversidade é abundante, tendo mais de 11.000 espécies de plantas nativas catalogadas e servindo de habitat para mais de 1.000 espécies animais (MMA, 2017), dados que justificam o incentivo cada vez maior do estudo desses componentes nativos.

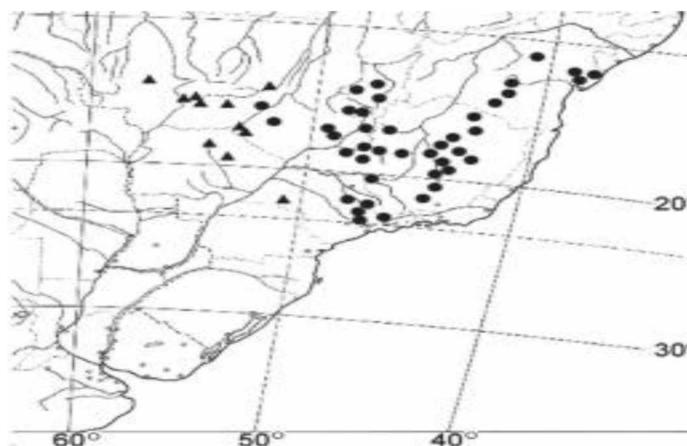
Além de sua importância biológica, o Cerrado tem grande impacto social, visto que muitos grupos, como indígenas, quilombolas e ribeirinhos sobrevivem de seus recursos naturais (MMA, 2017).

Um fator que afeta diretamente a composição da flora é o solo. Quimicamente, o solo do Cerrado é ácido (pH 3,50 – 6,00). Apresenta em sua composição altos níveis de alumínio, ferro e manganês, fator que o torna distrófico e dificulta a economia agrícola da região. Por crescerem em um solo tido como agressivo, as plantas desse bioma apresentam características químicas singulares (MMA, 2017).

## 1.2. *Schefflera macrocarpa*

Dentre os gêneros encontrados no Cerrado encontra-se a *Schefflera*, que possui mais de 650 espécies, dentre as quais muitas foram estudadas por suas propriedades biológicas e medicinais (LIU et al., 2012). O gênero *Schefflera*, pertencente à família *Araliaceae* e sabe-se que é um grupo polifilético, descendendo de dois ou mais ancestrais independentes. São plantas de regiões tropicais, podendo ser encontradas na Ásia, em ilhas do oceano pacífico e nas Américas Central e do Sul (FIASCHI, PIRANI, 2008) (Figura 2). No Brasil, as plantas do gênero são encontradas no Cerrado.

**Figura 2.** Distribuição da *Schefflera macrocarpa* no Brasil.



**Fonte:** adaptado de FIASCHI, PIRANI (2008).

Muitas plantas do gênero foram objetos de estudos. A exemplo, é possível citar a *Schefflera kwangsiensis*, utilizada na medicina popular contra dores de cabeça (ZHANG, WANG, 2015), a *Schefflera abyssinica*, fonte de substâncias citotóxicas (TAPONDJOU et al., 2006) e a *Schefflera octophylla*, cujo extrato da casca apresentou atividade anti-inflamatória (CHEN et al., 2015). Em todos os estudos foi possível observar que as espécies do grupo *Schefflera* são ricas em terpenos, substâncias químicas muito utilizadas na farmacologia. Assim, o estudo de suas espécies se torna importante para o enriquecimento de resultados na literatura.

A *Schefflera macrocarpa*, objetivo deste estudo, é uma planta com alto potencial medicinal, como foi constatado nos resultados dos ensaios realizados, apresentados ao longo do trabalho. Essa espécie é conhecida popularmente como mandioca-braba, é uma planta inerme, heliófila e de folhagem subcaducifolia, podendo medir de sete a quinze metros de altura. Sua casca acinzentada é descamante e muito dividida. A casca interna é amarelada e escurece rapidamente estando exposto ao ambiente. Sua madeira é leve e muito utilizada na fabricação de brinquedos, calçados e caixotes (ARVORES DO BIOMA CERRADO, 2017). A Figura 3 apresenta uma árvore desta espécie.

**Figura 3.** *Schefflera macrocarpa*.



**Fonte:** ARVORES DO BIOMA CERRADO, 2017.

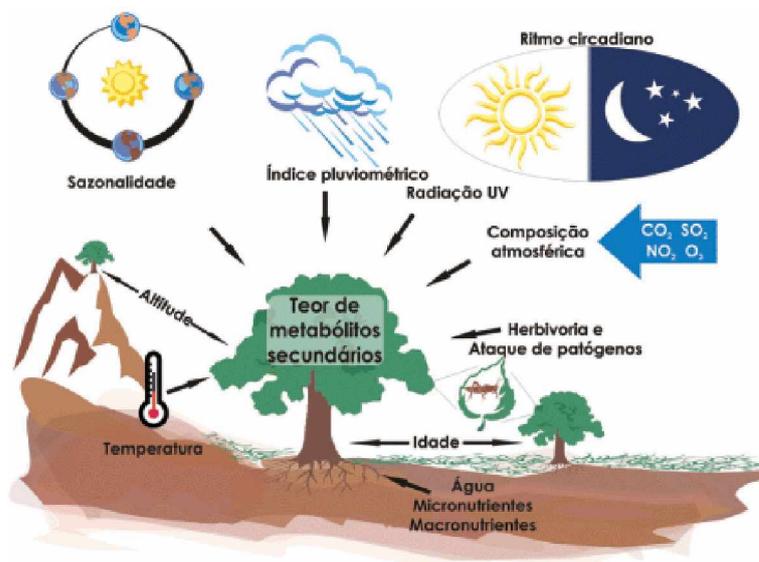
### 1.3. Metabolismo Secundário

Compreende-se por metabolismo o conjunto de reações químicas responsável pela produção de energia nos seres vivos. Nos vegetais, a biossíntese tem início no metabolismo primário, que é dado pela fotossíntese, a respiração celular e o transporte dos solutos. Nessa etapa, são utilizados componentes químicos tidos como universais: carboidratos e aminoácidos. Estes compostos são fundamentais para o bom funcionamento fisiológico não só de plantas, mas de todo ser vivo (TAIZ, ZEIGER, 2004).

O metabolismo secundário trata da biossíntese de compostos não-essenciais para as funções fisiológicas. Está relacionado às substâncias que, no caso, a planta necessita para interagir com o meio ambiente e para defesa celular. Os metabólitos gerados na biossíntese são em grande parte terpenos, compostos fenólicos ou alcaloides (TAIZ, ZEIGER, 2004) e, como mencionado, tem grande importância para a proteção e manutenção da planta. De modo geral, as plantas sintetizam substâncias químicas que atuam na sua proteção e manutenção (SOUZA et al., 2003). Os metabólitos secundários encontrados em seu sistema apresentam alta atividade antimicrobiana, antioxidante e fotoprotetora UV, fatores diretamente ligados às suas características químicas (SIMÕES, 2010). Devido à disponibilidade desses metabólitos secundários e às amplas possibilidades de aplicação, as plantas do Cerrado ganharam grande foco no meio acadêmico. Existem inúmeras literaturas apresentando estudos com plantas do Cerrado, como NETO e MORAIS (2003) e RODRIGUES et al. (2013), mas é de grande importância o estudo de novas espécies e o conhecimento de suas características e aplicações singulares.

Por serem produzidos a partir da necessidade, os metabólitos secundários têm sua síntese influenciada por diversos fatores externos, como apresentado na Figura 4. Conhecendo esses fatores, é possível explorar a planta para maximizar sua produção, dependendo da necessidade (GOBBO-NETO, LOPES, 2007).

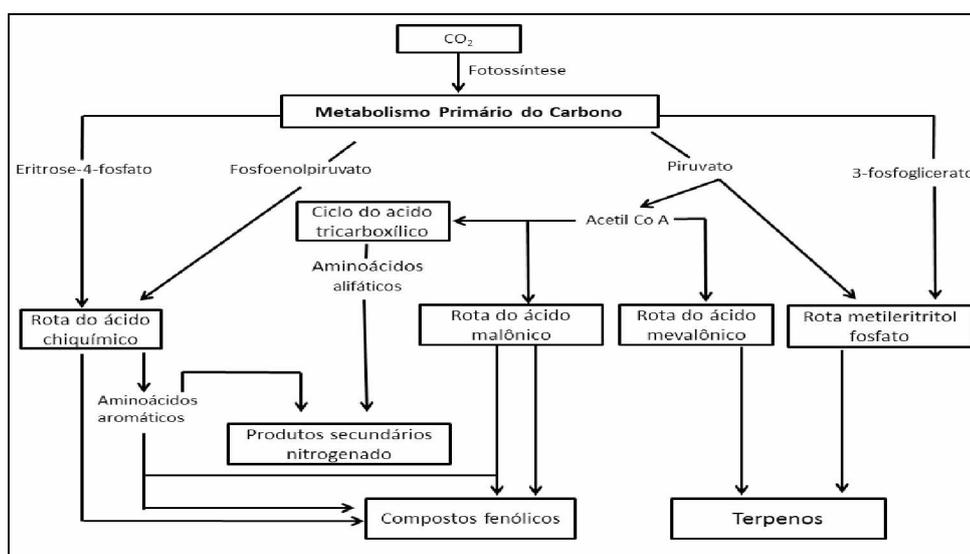
Figura 4. Fatores que influenciam na produção de metabólitos secundários.



Fonte: GOBBO-NETO, LOPES, 2007.

A Figura 5 apresenta um fluxograma com as principais rotas metabólicas para biossíntese dos metabólitos secundários. Os terpenos são originados pela rota do ácido mevalônico e metileritritol fosfato, os compostos fenólicos pela rota do ácido chiquímico e ácido malônico e os alcaloides (compostos orgânicos nitrogenados) são sintetizados por aminoácidos alifáticos e aromáticos (TAIZ, ZEIGER, 2004).

Figura 5. Rotas de biossíntese dos metabólitos secundários.



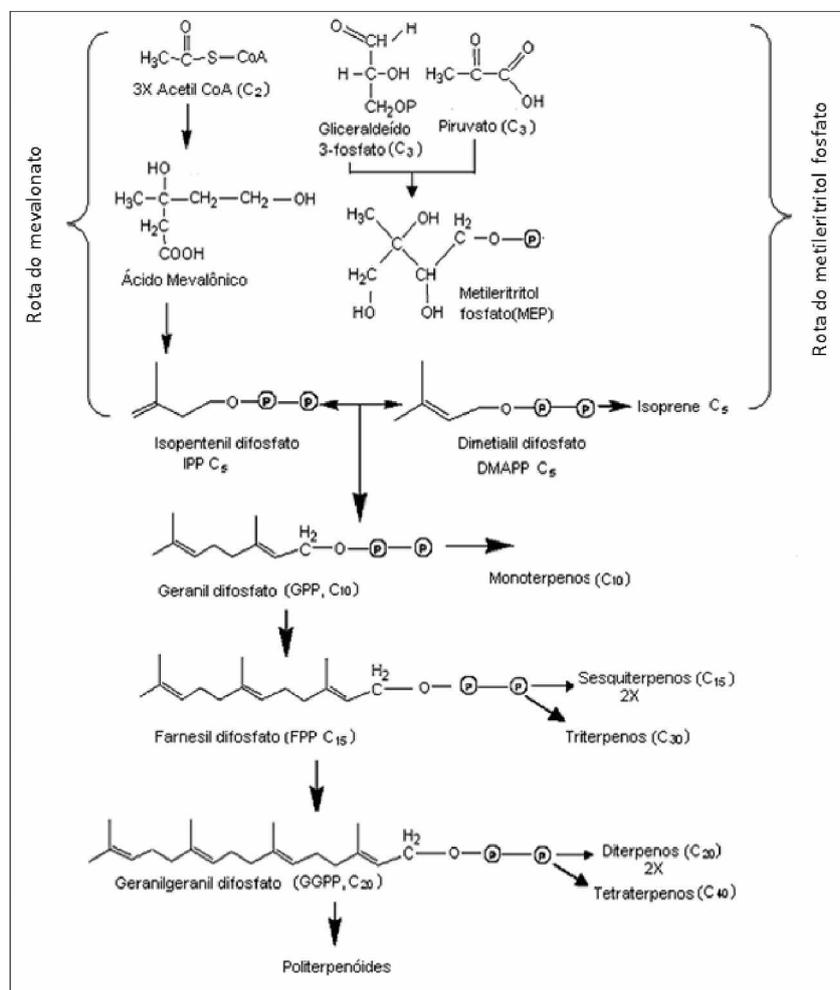
Fonte: adaptado de TAIZ, ZEIGER, 2004.

## 1.4. Principais Metabólitos Secundários

### 1.4.1. Terpenos

São compostos encontrados no metabolismo secundário de diversas espécies vegetais. Na biossíntese, são obtidos pela rota do ácido mevalônico e pela rota do metileritritol fosfato (TAIZ, ZEIGER, 2004), como apresentado na Figura 6.

Figura 6. Rotas de biossíntese dos Terpenos.

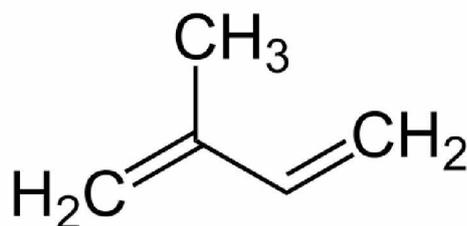


Fonte: adaptado de TAIZ, ZEIGER, 2004.

Os terpenos são constituídos estruturalmente de unidades de isoprênicas, apresentado na Figura 7. Assim, sua classificação ocorre de acordo com o número de unidades de

isoprênicas contidos na estrutura da molécula (BERGAMASCHI, 2017). A Tabela 1 lista a classificação desses compostos

**Figura 7.** Fórmula estrutural do isopreno.



**Fonte:** BERGAMASCHI, 2017.

**Tabela 1.** Classificação dos terpenos quanto à unidade de isopreno.

Terpeno	Unidade de isopreno	Nº de Carbono
Hemiterpenos	1	05
Monoterpenos	2	10
Sesquiterpenos	3	15
Diterpenos	4	20
Sesterpenos	5	25
Triterpenos	6	30
Tetraterpenos	8	40

**Fonte:** BERGAMASCHI, 2017.

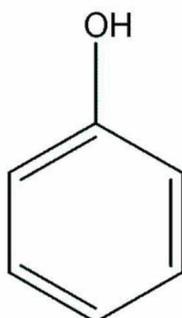
O tamanho da cadeia de isoprenos influencia diretamente nas propriedades físico-químicas dos terpenos e sua aplicação. Mono e sesquiterpenos, por exemplo, podem ser encontrados na composição de óleos essenciais, já os triterpenos fazem parte da composição de resinas e ceras. O d-limoneno, destilado do óleo de laranja, está presente na composição de inúmeras essências utilizadas na indústria cosmética (BERGAMASCHI, 2017).

Por sua vasta aplicação, os terpenos são bem vistos do ponto de vista econômico. Na medicina, sabe-se que esses compostos podem atuar como antimicrobianos, antivirais, antioxidantes e anti-inflamatórios (BERGAMASCHI, 2017).

### 1.4.2. Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos estão presentes em grande parte das estruturas vegetais. São responsáveis pelos aromas liberados e pela proteção da estrutura vegetal contra raios UV e microrganismos. Estruturalmente, esses compostos apresentam um fenol (anel aromático ligado a uma hidroxila) ligado à cadeia carbônica (PERES, 2017).

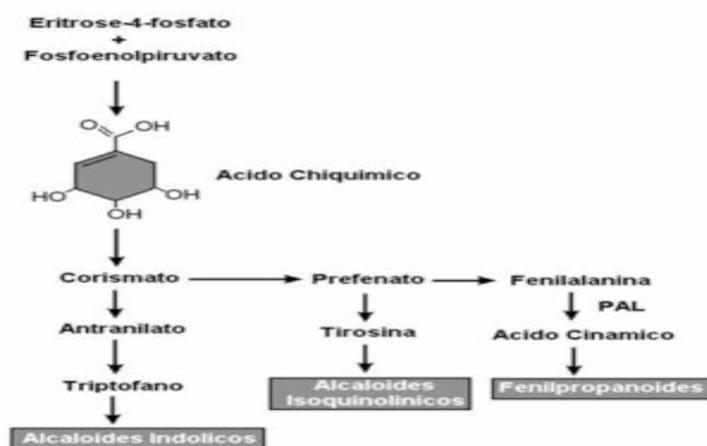
Figura 8. Fórmula estrutural do fenol.



Fonte: PERES, 2017.

Nos vegetais, são representados principalmente pelos flavonoides. No metabolismo secundário, são obtidos através da rota do ácido chiquímico, apresentado na Figura 9, e pela rota do ácido malônico (PERES, 2017).

Figura 09. Biossíntese dos compostos fenólicos via ácido chiquímico.

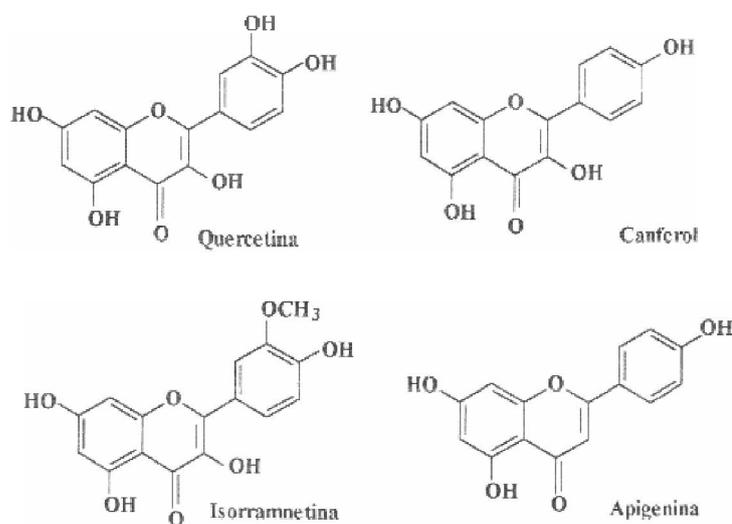


Fonte: PERES, 2017.

Nas plantas é possível encontrar duas classes de compostos fenólicos importantes: Os flavonoides e os taninos (BEHLING et al., 2004).

A estrutura dos flavonoides é caracterizada pela presença do núcleo flavilium, constituído de três anéis, sendo dois fenólicos. São compostos com potencial ação antioxidante encontrados em flores, frutos, grãos e vinhos (BEHLING et al., 2004). As estruturas de alguns flavonoides são apresentadas na Figura 10.

**Figura 10.** Estrutura de alguns flavonoides.

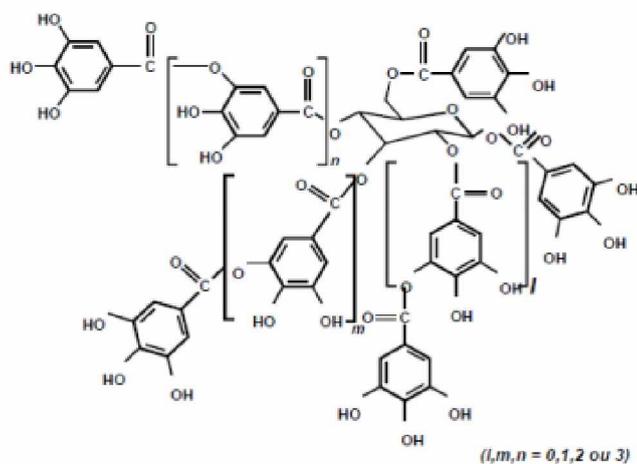


**Fonte:** BEHLING et al., 2004.

Os Taninos são outra classe que apresentam grupos fenólicos em sua estrutura. Essas moléculas apresentam peso molecular superior a 500 Da. Podem ser subdivididos em taninos hidrolisados e condensados (CASTEJON, 2011).

Os Taninos hidrolisáveis apresentam um grupo poliol central em sua estrutura e hidroxilas esterificadas pelo ácido gálico constituindo a parte fenólica (Figura 11). Industrialmente, árvores como o castanheiro e o carvalho são utilizadas como fonte desses compostos (CASTEJON, 2011).

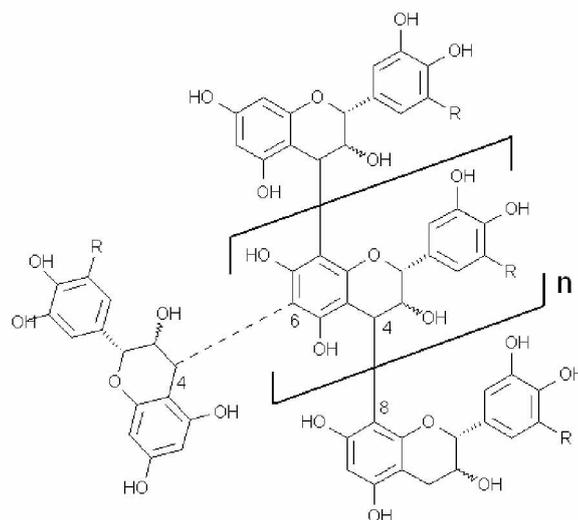
**Figura 11.** Estrutura dos taninos hidrolisados.



**Fonte:** CASTEJON, 2011 apud NAKAMURA, TSUJI, TONOGAI, 2003.

Os taninos condensados são oligômeros/polímeros do flavan-3-ol ou do flavan-3,4-diol, produtos do metabolismo do fenilpropanol. Por conta das muitas combinações entre as substituições entre as unidades flavânicas e a diversidade das posições de ligações e estereoquímica, essas moléculas apresentam grandes variações (SIMÕES, 2010).

**Figura 12.** Estrutura dos taninos condensados.



**Fonte:** CASTEJON, 2011 apud NAKAMURA, TSUJI, TONOGAI, 2003.

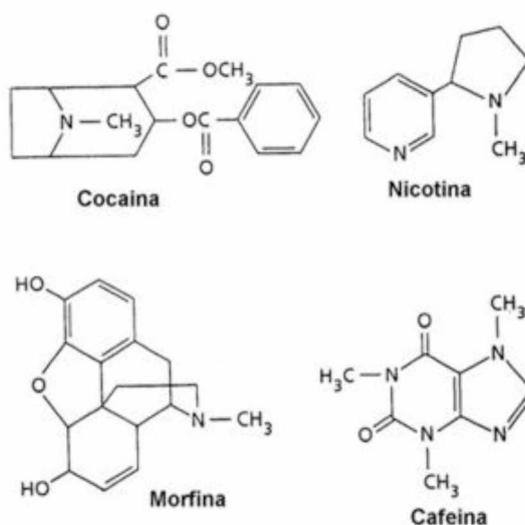
Os taninos condensados são mais encontrados na natureza do que os hidrolisáveis. Estão presentes em frutos e derivados do cacau ou chocolate (CASTEJON, 2011).

Os compostos fenólicos são amplamente utilizados na indústria alimentícia. A exemplo, pode-se citar a vanilina, extraída da *Vanilla planifolia* (baunilha) e utilizada como flavorizante. Na medicina estudos mostram positiva atividade anti-inflamatória, antioxidante e no tratamento de doenças coronárias (PERES, 2017).

### 1.4.3. Alcaloides

Sua característica principal é a presença de anéis carbônicos com no mínimo um átomo de nitrogênio em sua estrutura (Figura 13). A disposição deste átomo na estrutura confere aos alcaloides um pH de caráter básico, visto que o nitrogênio permanece com um par de elétrons não compartilhados (PERES, 2017).

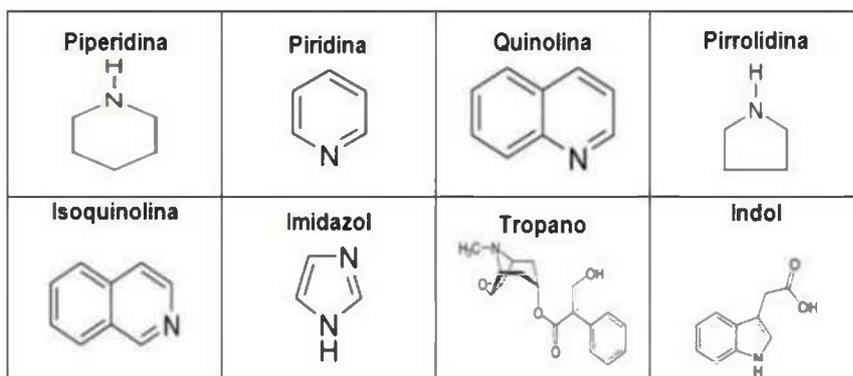
**Figura 13.** Estruturas de alguns alcaloides.



**Fonte:** PERES, 2017.

Pelas muitas combinações possíveis entre o nitrogênio e a estrutura carbônica, os alcaloides podem ser classificados em grupos como: Grupo amina em cadeia lateral; núcleo pirrolidina, piridina e piperidina; núcleo tropano; núcleo pirrolizidina; grupo quinoleína, núcleo indólico (CABRAL, PITA, 2015) (Figura 14).

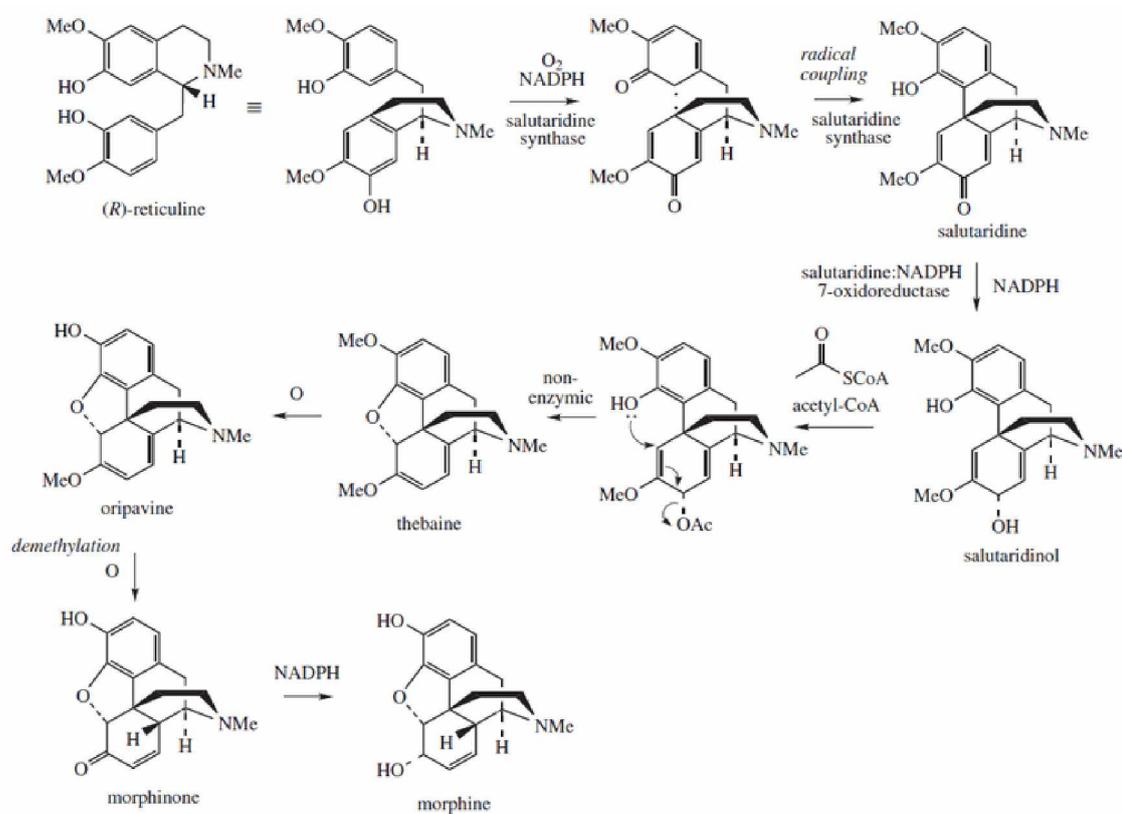
**Figura 14.** Grupos químicos básicos dos alcaloides.



Fonte: OLIVEIRA, 2014.

A biossíntese dos Alcalóides no metabolismo vegetal ocorre no retículo endoplasmático e nos vacúolos. A Figura 12 apresenta a sequência de reações da biossíntese da Morfina (PERES, 2017).

**Figura 15.** Biossíntese da morfina.



Fonte: FCIÊNCIAS, 2013.

As aplicações desses compostos são variadas. Por serem moléculas com potente efeito anestésico e analgésico, são muito utilizados na medicina, como é o caso da morfina. Alguns alcaloides, como o LSD (dietilamida do ácido lisérgico), apresentam ação alucinógena e são comercializados ilegalmente. Outros, como a cafeína, apresentam alto potencial energético e fazem parte da composição de diversos produtos alimentícios (PERES, 2017).

## 1.5. Atividade Antioxidante

Em sistemas orgânicos, como os seres vivos, existem diversos compostos que apresentam estruturas com elétrons desemparelhados. Estas estruturas são conhecidas como radicais livres e apresentam alto grau de reatividade. No organismo, a síntese desses compostos ocorre no próprio metabolismo ou como consequência de alguma disfunção biológica (ALVES et al., 2004). Por seu alto grau de reatividade, os radicais livres podem causar diversos danos ao organismo, como por exemplo mutações no DNA e alterações em estruturas celulares como as proteínas e lipídios (BRENNNA, PAGLIARINI, 2001).

A atividade antioxidante é o fator que expressa o potencial de um composto inibir ou retardar a oxidação de um componente e a ação de um radical livre. No caso dos compostos fenólicos, a ação antioxidante é justificada pelo potencial óxido-redutivo de suas estruturas. Sua ação ocorre absorvendo e neutralizando radicais livres, quelando o oxigênio singlete e triplete ou decompondo peróxidos gerados (BRENNNA, PAGLIARINI, 2001, OLIVEIRA, et al., 2009).

Compostos com ação antioxidante são amplamente utilizados na indústria. Antioxidantes naturais estão presentes em dietas humana e animal na forma de frutos e os antioxidantes sintéticos estão presentes na indústria alimentícia, utilizados para conservar alimentos e prolongar seu tempo de vida útil (RAMALHO, JORGE, 2006).

## 2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo estudar a composição da *Schefflera macrocarpa* e suas propriedades químicas, tendo em vista seu uso em tratamentos medicinais. Para tal, a partir do extrato etanólico da casca, foram realizadas partições líquido-líquido como diferentes solventes orgânicos de polaridade crescente, prospecção fitoquímica, determinações de fenóis totais, teor de taninos condensados e atividade antioxidante.

### **3. PARTE EXPERIMENTAL**

#### **3.1. Instrumentação e Aparatos**

Para a realização dos experimentos foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Banho de aquecimento FISATOM modelo 550;
- Balança analítica SHIMADZU modelo AUW220D;
- Liofilizador TERRONI modelo LS3000;
- Rotaevaporador IKA IVA modelo RV 10;
- Balança de luz infravermelha para determinação da umidade Quimis modelo Kett FD-600;
- Espectrofotômetro Genesys 10S UV-Vis;
- Câmara com lâmpada Ultravioleta;
- Placa de Sílica gel 60 com F254.

#### **3.2. Reagentes e Soluções**

Os solventes químicos utilizados foram de grau analítico, adquiridos pela Vetec Química Fina LTDA.

Os padrões de ácido gálico, catequina e 2,2-difenil-1-picrilidazila (DPPH) foram adquiridos da Sigma-Aldrich.

O reagente de Folin-Ciocalteu (FC) foi adquirido da Cromoline.

Os reveladores utilizados foram preparados em laboratório, eles são: Dragendorf, iodocloroplatinado, NP-PEG, anisaldeído, Liebermann-Burchard e sulfato cérico.

### **3.3. Coleta do Material Vegetal**

Uma exsicata foi depositada no Herbário Uberlandense (HUFU 71.028). A identificação botânica foi feita pela Dra. Maria C. H. Mamede do Instituto de Botânica de São Paulo (IBt/SP). Posterior à sua identificação, foi solicitada autorização de acesso ao Patrimônio Genético, que está em vigência com o número de registro 010798/2015-3. Uma amostra do material vegetal foi depositada no Herbário Uberlandense como material fiel depositário.

Em seguida o material vegetal da casca da espécie *Schefflera macrocarpa* foi coletado na Fazenda Matinha, que se localiza no município de Monte Alegre de Minas nas coordenadas 18°36'48.8"S e 49°01'14.7"W. Após coleta, as amostras da casca da planta foram encaminhadas para o laboratório do Núcleo de Pesquisa em Produtos Naturais da Universidade Federal de Uberlândia, para o preparo e extração das amostras utilizadas nas análises.

### **3.4. Preparo da Amostra**

Cerca de 1,0 Kg de material vegetal (casca) foram secos à temperatura 35 °C em estufa até que se tivesse umidade inferior a 10%. Na determinação da umidade utilizou-se uma balança de luz infravermelha. Aproximadamente 1,0 g do material vegetal foi mantida a uma temperatura de 105 ± 2 °C por quinze minutos até que o teor de umidade se mantivesse constante. Depois de secas, as cascas foram trituradas em multiprocessador até ser transformada em pó e peneiradas. Em seguida, toda amostra foi armazenada em recipientes de vidro com tampa de polietileno e acondicionada em freezer a -18 ± 5 °C, até o momento de realização das extrações.

### **3.5. Extração Etanólica**

Uma massa inicial de aproximadamente 1,0 Kg das cascas foi adicionada a frascos de 4,0 L e acrescentado na sequência o etanol PA até cobrir a amostra completamente. Posteriormente, o extrato etanólico foi filtrado e o solvente removido em evaporador rotativo (à temperatura máxima de 40 °C), sendo o resíduo concentrado obtido liofilizado e congelado.

Repetiu-se o procedimento seis vezes com intervalo de sete dias entre cada extração. O produto foi armazenado em um freezer a  $-18 \pm 5$  °C até o momento dos ensaios.

### 3.6. Preparo das Partições Líquido-Líquido

O extrato bruto das cascas da *Schefflera macrocarpa* foi submetido a uma partição líquido-líquido a partir de solventes orgânicos com polaridades crescentes. Assim, inicialmente cerca de 25,0 g desse extrato foram ressuspensos em 200 mL de metanol-água na proporção 9:1 e a mistura obtida foi filtrada. Em seguida, o filtrado metanólico resultante foi colocado em um funil de separação, onde também foram adicionados 250,0 mL de hexano, adição esta repetida cinco vezes. Após a dispersão dos líquidos e a separação das duas fases da mistura por decantação, a fase hexânica foi recolhida, rotoevaporada e liofilizada. Na fase metanólica que sobrou no funil de separação foram adicionados 250,0 mL de diclorometano, adição esta repetida cinco vezes. Na sequência, a fase diclorometânica foi recolhida, rotoevaporada e liofilizada. Para a partição líquido-líquido de acetato de etila e *n*-butanol, foram realizados os mesmos procedimentos descritos para as partições anteriores, sendo o remanescente final classificado como partição água. Durante os processos de partição foi adicionado água destilada para melhorar as separações das fases para cada etapa de solvente.

### 3.7. Prospecção Fitoquímica

Foi realizada prospecção fitoquímica utilizando a cromatografia em camada delgada (CCD) com intuito de verificar a presença das classes de metabólitos secundários.

Uma amostra do extrato e das partições foi inicialmente diluída em metanol e uma pequena quantidade aplicada em placas de CCD. Tais placas foram desenvolvidas utilizando dois sistemas de eluentes diferentes: FM<sub>1</sub>, composto por acetato de etila:ácido etanóico:ácido metanóico:água (na proporção 10:1,1:1,1:2,6) e FM<sub>2</sub>, composto por clorofórmio:metanol:hidróxido de amônio (na proporção 9:1:0,25).

Os produtos que se desenvolveram nas CCD, foram avaliados com lâmpada de UV (254 e 365 nm) e aspergidas com os respectivos reveladores: Dragendorf; iodo-cloroplatinato; NP-PEG (difenilboriloxietilamina 1,0% em metanol, seguida de solução de polietilenoglicol 4000); anisaldeído; Liebermann-Burchard e sulfato cérico. Os reveladores utilizados foram

preparados segundo a metodologia proposta por Wagner e Bladt (1996). Abaixo segue o procedimento usado na preparação dos reveladores:

- Anisaldeído-ácido sulfúrico: preparou-se uma solução contendo anisaldeído 5% (v/v) em ácido acético glacial. Adicionou-se a esta solução 85,0 mL de metanol e 5,0 mL de ácido sulfúrico concentrado, respectivamente. A placa CCD foi borrifada com o revelador e aquecida a 100 °C por 5 a 10 min.
- Liebermann-Burchard: adicionou-se 5,0 mL de anidrido acético e 5,0 mL de ácido sulfúrico concentrado cuidadosamente a 50,0 mL de etanol absoluto, sob banho de gelo. A placa foi pulverizada com 10,0 mL da solução e aquecida a 100 °C por 5 a 10 min sendo posteriormente observada em câmara luz UV (365 nm).
- Dragendorff: preparou-se uma solução A, a partir da dissolução de 0,85 g de nitrato de bismuto em 10,0 mL de ácido acético glacial e adicionou-se 40,0 mL de água destilada sob aquecimento; e uma solução B a partir da dissolução de 8,0 g de iodeto de potássio em 30,0 mL de água. Foi preparada uma solução estoque misturando a solução A e B na mesma proporção. A solução reveladora foi preparada com 1,0 mL da solução estoque; 2,0 mL de ácido acético glacial e 10,0 mL de água.
- Iodocloroplatinado: preparou-se uma solução A contendo ácido hexacloroplatínico (IV) 5% em água (m/v) e uma solução B contendo iodeto de potássio 10% em água (m/v). A solução reveladora foi preparada com 1,0 mL da solução A, 9,0 mL da solução B estoque e 10,0 mL de água.
- NP/PEG: preparou-se uma solução A contendo difenilboriloxietilamina (NP) 1% ( $m v^{-1}$ ) em metanol; e uma solução B contendo polietilenoglicol-4000 (PEG4000) 5% ( $m v^{-1}$ ) em etanol. A solução reveladora foi preparada com 10,0 mL da solução A e 8 mL da solução B. Após a borrifação, a placa CCD foi observada em câmara de luz UV (365 nm).

### 3.8. Determinação do Teor de Fenóis Totais

O procedimento foi realizado segundo a metodologia descrita por MORAIS et al. (2008). Inicialmente foram preparadas as soluções metanólicas do extrato, das frações de hexano, diclorometano, acetato de etila, *n*-butanol e água com concentração de 500 µg mL<sup>-1</sup>. Em um tubo de ensaio foram adicionados 0,5 mL dessa solução, 2,5 mL da solução aquosa do reagente Folin-Ciocalteu 10% e 2,0 mL da solução de carbonato de sódio 7,5% preparada recentemente. Esse procedimento foi realizado em triplicata.

A mistura foi colocada em um banho termostatizado a 50 °C durante 5 min. Posteriormente foi medida a absorvância da mesma usando um espectrofotômetro em 760 nm. Para obtenção do branco o mesmo procedimento foi realizado usando 0,5 mL de metanol em vez da solução metanólica. O resultado foi obtido em miligrama de equivalente de ácido gálico por grama de extrato. Para tanto, foi necessária a construção de uma curva analítica da absorvância versus concentração de ácido gálico, quando esse reagiu com FC em variadas concentrações (10 a 80 µg mL<sup>-1</sup>).

### 3.9. Determinação de Taninos Condensados

O procedimento foi realizado segundo a metodologia descrita por MORAIS et al. (2008). Inicialmente foram preparadas as soluções metanólicas do extrato, das frações de água e *n*-butanol com concentração de 1.250 µg mL<sup>-1</sup>, das frações de hexano e diclorometano com concentração de 400 µg mL<sup>-1</sup> e da fração de acetato de etila com concentração de 300 µg mL<sup>-1</sup>. Em seguida, foram adicionados em um tubo de ensaio 2,0 ml dessa solução e 3,0 ml de solução de vanilina (5,0 mg mL<sup>-1</sup>) em ácido sulfúrico 70% que foram preparados previamente. Esse procedimento foi realizado em triplicata.

Essa mistura foi colocada em um banho a 50 °C por 15 min e posteriormente a absorvância da mistura foi medida por um espectrofotômetro em 500 nm. Para obtenção do branco foi realizado o mesmo procedimento com 2,0 mL de metanol em vez do extrato metanólico. O resultado foi dado em miligrama de equivalente de catequina por grama de extrato. Para tanto, foi necessária a construção de uma curva analítica da absorvância versus concentração de catequina quando esta reagiu com a vanilina em variadas concentrações.

### 3.10. Determinação da Atividade Antioxidante

Foi preparada 50,0 mL de solução estoque de DPPH a 50 µg mL<sup>-1</sup> em metanol, sendo mantida sob refrigeração e protegida da luz. Em seguida foram realizadas as diluições de 10 a 50 µg mL<sup>-1</sup>. A partir dos valores de absorvância registrados no comprimento de onda de 517 nm para estas diluições, contra um branco, uma curva analítica foi construída. As medidas de absorvância foram efetuadas em triplicata.

Posteriormente foi determinado o potencial antioxidante do extrato e das partições da casca usando o radical livre DPPH. Uma solução da amostra a ser analisada foi preparada em metanol sendo as concentrações adequadas a cada uma das amostras. A partir desta solução foram preparadas as diluições de 100, 83, 66, 49, 32 e 15%. Para cada uma destas diluições, uma alíquota de 0,30 mL foi testada com 3,70 mL de solução de DPPH (de concentração 40 mg mL<sup>-1</sup> em metanol). Em seguida foi feito um branco nestas mesmas condições não contendo o DPPH.

Após a adição do radical DPPH, as soluções foram deixadas em repouso e suas absorvâncias registradas no comprimento de onda de 517 nm após uma hora. A porcentagem de sequestro do radical DPPH para cada diluição e a porcentagem de atividade antioxidante (AA) foram determinadas pela seguinte equação:

$$\%DDPH_{\text{sequestrado}} = \%AA = \left\{ \frac{[Abs_{\text{controle}} - (Abs_{\text{amostra}} - Abs_{\text{branco}})]}{Abs_{\text{controle}}} \right\} \times 100$$

Onde: Abs<sub>controle</sub> é a absorvância inicial da solução 0,30 mL de Metanol + 3,70 mL de DPPH;

Abs<sub>amostra</sub> é a absorvância da mistura reacional (DPPH + amostra);

Abs<sub>branco</sub> é a absorvância da amostra em Metanol.

A CE<sub>50</sub>, concentração efetiva média, que é concentração mínima para consumir 50% do DPPH, foi calculada construindo um gráfico da porcentagem de sequestro do radical livre DPPH versus as concentrações da amostra (ARGOLO et al., 2004).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Rendimento da Extração Etanólica

O rendimento para o extrato etanólico das cascas obtido por maceração está apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Rendimento dos extratos etanólicos da casca da *Schefflera macrocarpa*.

Material vegetal seco	Massa das extrações / g					Total	Rendimento / %
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>		
Casca 1 (974,0 g)	2,66	2,73	1,94	1,54	0,87	9,74	1,00
Casca 2 (953,3 g)	2,66	1,96	2,49	0,78	0,69	8,58	0,90
Casca 3 (1000,0g)	2,58	2,55	2,05	4,19	0,63	12,00	1,20

Fonte: o autor.

O rendimento médio dos extratos etanólicos foi de 1,03%. Ao analisar comparativamente com os rendimentos de outras espécies foi visto que o rendimento da *Schefflera macrocarpa* foi baixo. As espécies que serviram de comparação foram a *S. guianensis* e *S. obovatum*, que apresentaram rendimento de 9,60% e 3,60% respectivamente, um valor bem acima do obtido com a espécie estudada neste trabalho.

## 4.2. Rendimento das Partições Líquido-Líquido

O extrato etanólico das cascas da *Schefflera macrocarpa* foi submetido a uma partição líquido-líquido, a partir de solventes orgânicos com polaridades crescentes e o rendimento calculado é apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3.** Partição líquido-líquido do extrato etanólico da casca da *Schefflera macrocarpa*.

Solvente	Extrato etanólico casca / g					Total	Rendimento / %
	Extração						
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>		
hexano	0,58	0,21	0,13	0,14	0,09	1,15	5,61
diclorometano	0,93	0,17	0,07	0,06	-	1,23	6,00
acetato de etila	2,11	0,96	0,74	0,67	0,21	4,69	22,88
n-butanol	2,80	1,78	1,08	1,12	0,61	7,39	36,05
água	0,85	-	-	-	-	0,85	4,15

Fonte: o autor.

Analisando o rendimento das partições, pode-se avaliar que o maior rendimento foi com o solvente *n*-butanol, acompanhado pelo acetato de etila. Já os outros rendimentos foram mais baixos em relação aos dois mencionados acima, ficando na ordem decrescente os respectivos solventes: diclorometano, hexano e a água.

## 4.3. Prospecção Fitoquímica

Uma amostra do extrato etanólico e das partições foram diluídas. E uma pequena quantidade destas, foi aplicada em placas de CCD, para avaliar as classes de metabolitos secundários, estes resultados estão apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Resultados da prospecção fitoquímica das amostras das cascas da *Schefflera macrocarpa*.

Amostras	<sup>a</sup> Flavonoides	<sup>b</sup> Alcaloides	<sup>c</sup> Alcaloides / Nitrogênio Heterocíclico	<sup>d</sup> Terpenos / Sa- poninas / Fenil- propanoide	<sup>e</sup> Terpenos / Esteroides / Saponinas	<sup>f</sup> Terpenos / Fla- vonoides / Ta- ninos
*Hexano	++	-	-	+++	+++	++
**Hexano	-	-	-	++	++	+++
*Diclorometano	++	-	-	+++	++	++++
**Diclorometano	-	-	-	-	+	++
*Acetato de Etila	+++	-	-	++++	++++	+++
**Acetato de Etila	++	-	-	-	-	-
*n-Butanol	++	-	-	++	++	++
*Água	+	-	-	+	-	+

**Reveladores:** <sup>a</sup>NP-PEG (Difenilborioxietilamina - Polietilenoglicol), <sup>b</sup>Iodocloroplatinado, <sup>c</sup>Dragendorf, <sup>d</sup>Anisaldeldo, <sup>e</sup>Libermann-Burchard e <sup>f</sup>Vanilina Sulfúrica.  
<sup>\*</sup>A placa de sílica gel foi desenvolvida na FM<sub>1</sub> (Acetato de Etila:Ácido Metanóico: Ácido Acético:Água – proporção 10:1,1:1,1:2,6).  
<sup>\*\*</sup>A placa de sílica gel foi desenvolvida na FM<sub>2</sub> (Clorofórmio:Metanol:Hidróxido de Amônia - proporção 9:1:0,25).  
<sup>\*\*\*</sup>Positivo (+) / Negativo (-).

Através dos testes de prospecção foi possível constatar que o extrato etanólico e as partições apresentaram substâncias das classes dos flavonoides, terpenos, saponinas, taninos, esteroides e fenilpropanoides. Foi constatada grande forte presença de flavonoides e terpenos, visto a grande quantidade de sinais positivos atribuídos. Além disso, é possível verificar a ausência de alcaloides.

Ao analisar a Tabela 4 é possível observar que a partição acetato apresentou uma grande quantidade de compostos como terpenos, saponinas, fenilpropanoides, terpenoides, esteroides na FM<sub>1</sub>, bem como uma considerável quantidade de flavonoides nas duas fases móveis.

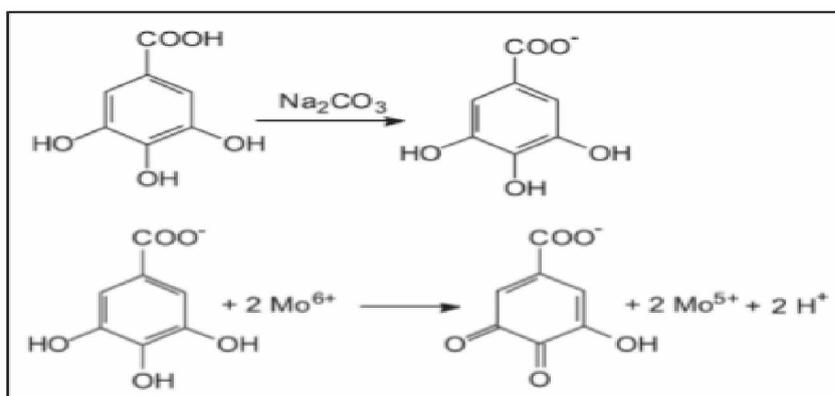
A partição diclorometano e acetato de etila foram as que apresentaram maiores quantidades das classes dos metabólitos secundários identificados.

#### 4.4. Determinação do Teor de Fenóis Totais

Para a quantificação do teor de fenóis totais foi utilizado o método Folin-Ciocalteu (FC). Na presença de compostos fenólicos, são formados complexos chamados molibdênio-tungstênio de coloração azul, nos quais os estados de oxidação dos metais variam entre (V) e (VI) (OLIVEIRA et al., 2009).

A Figura 16 mostra a desprotonação de um composto fenólico padrão (ácido gálico) em meio básico gerando ânions fenolatos que reagem com o FC no qual o molibdênio é reduzido, mudando de coloração de amarelo para azul.

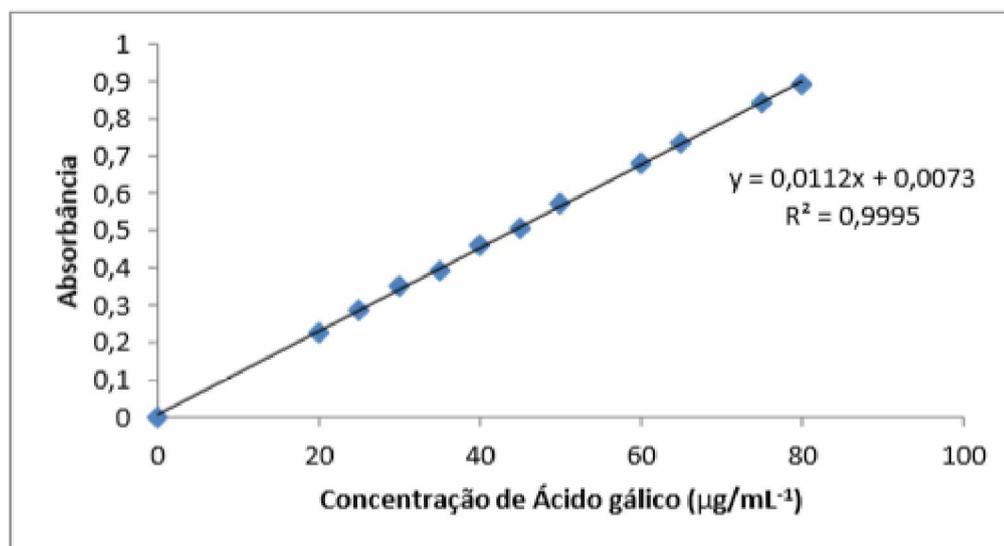
**Figura 16.** Reação do ácido gálico com molibdênio componente o reagente FC.



Fonte: OLIVEIRA et al.; 2009.

Uma curva analítica do ácido gálico foi construída para determinação do teor de fenóis totais, apresentado na Figura 17.

**Figura 17.** Curva analítica concentração de ácido gálico vs absorbância.



**Fonte:** o autor.

A partir da curva analítica foi calculado o teor de fenóis totais que foi dado em miligramas de equivalente de ácido gálico por grama de extrato. Quanto maior este valor, maior o teor de fenóis totais. Os resultados obtidos do extrato e das frações estão representados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Teor de fenóis totais no extrato e frações da casca de *Schefflera macrocarpa*.

<b>Amostra</b>	<b>Teor de fenóis totais / mg<sub>EAG</sub> g<sub>amostra</sub><sup>-1</sup></b>
extrato	65,40 ± 10,88
hexano	18,40 ± 2,39
diclorometano	63,50 ± 4,25
acetato de etila	84,00 ± 3,58
<i>n</i> -butanol	21,40 ± 2,65
água	19,20 ± 2,67

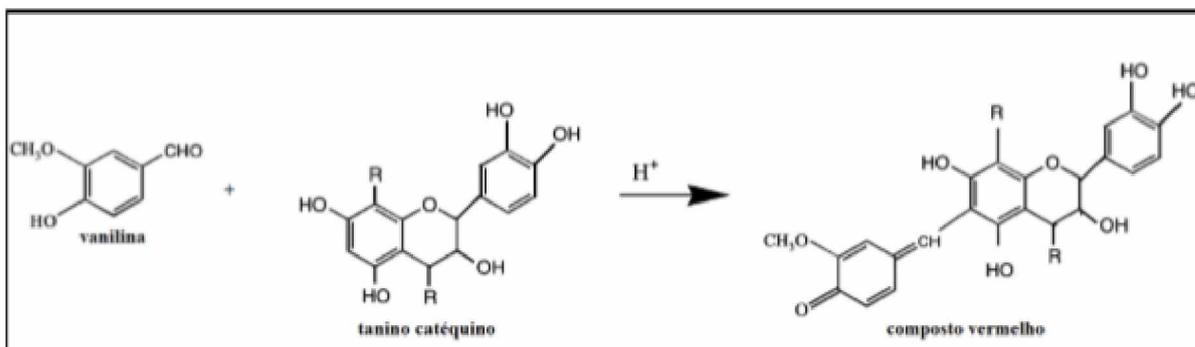
Fonte: o autor.

Na Tabela 5 observou-se que a fração de acetato de etila possui o maior teor de compostos fenólicos que as demais, isso confirma os resultados da prospecção fitoquímica em que a mesma fração apresentou maior intensidade no teste de compostos terpenoides, esteroides e saponinas. Em seguida, a fração de diclorometano obteve um alto teor, porém, as frações de hexano, *n*-butanol e água apresentaram baixo teor.

#### **4.5. Determinação do Teor de Taninos Condensados**

A quantificação de taninos condensados presentes no extrato bruto e nas partições foi realizada pelo método da vanilina sulfúrica (MORAIS et al., 2008). Nesse método a vanilina em meio ácido reage com a molécula de tanino condensado formando um composto vermelho cuja intensidade aumenta linearmente a 500 nm com aumento da concentração. Na Figura 18 pode-se observar a reação da vanilina com um tanino catéquino.

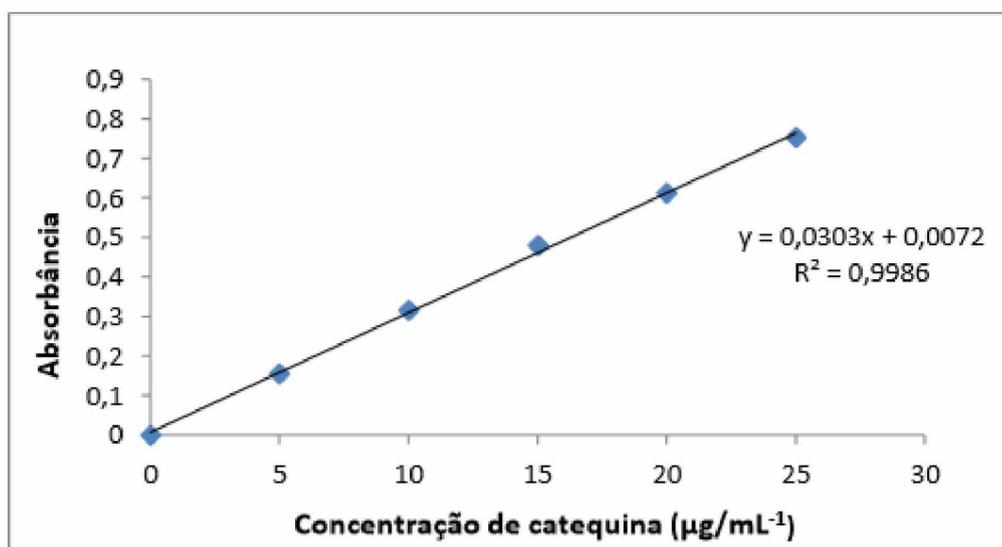
**Figura 18.** Reação da vanilina sulfúrica com um tanino catéquino, onde R é um monômero catéquino.



**Fonte:** adaptado de SCHOFIELD, MBUGUA, PELL, 2001.

A quantificação do teor de taninos condensados foi realizada através da construção de uma curva analítica com concentrações conhecidas de catequina, apresentada abaixo.

**Figura 19.** Curva analítica da reação da catequina e a vanilina sulfúrica.



**Fonte:** o autor.

Os resultados das amostras estudadas foram expressos em miligrama de equivalentes de catequina (EC) por grama da amostra, como estão apresentados na Tabela 6. Quanto maior o valor ( $\text{mg}_{\text{EC}} \text{g}_{\text{extrato}}^{-1}$ ), maior o teor de proantocianidinas na amostra.

**Tabela 6.** Teor de taninos condensados no extrato e frações de *Schefflera macrocarpa*.

Amostra	Teor de taninos condensados /
	mg <sub>EC</sub> g <sub>amostra</sub> <sup>-1</sup>
extrato etanólico	138 ± 17
hexano	61 ± 12
diclorometano	4,1 ± 0,5
acetato de etila	199 ± 87
<i>n</i> -butanol	144 ± 39
água	118 ± 23

Fonte: o autor.

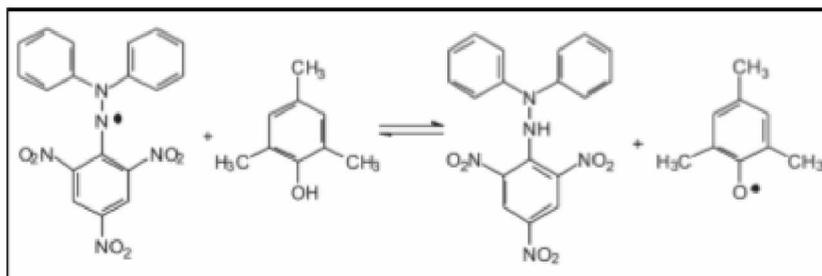
A partir dos resultados obtidos na Tabela 6 foram observados que o maior teor de taninos condensados foi encontrado na amostra com acetato de etila, resultado que também foi verificado no teor de fenóis totais.

Observou-se que após a fração de *n*-butanol, a fração de água apresentou um alto teor. Já a fração de diclorometano obteve um baixo rendimento em relação ao teor de fenóis totais. Além disso, o rendimento da fração do diclorometano foi de 4,1 ± 0,5 mg<sub>EC</sub> g<sub>amostra</sub><sup>-1</sup>, o menor entre as amostras testadas. Já o extrato etanólico das cascas da *Schefflera macrocarpa* obteve um teor de taninos condensados de 138 ± 17 mg<sub>EC</sub> g<sub>amostra</sub><sup>-1</sup>.

#### 4.6. Determinação da Atividade Antioxidante

A avaliação da atividade antioxidante foi realizada pelo método do sequestro do radical livre DPPH, que se baseia na reação do radical livre 2,2-difenil-1-picrilidrazila (Figura 20), que absorve a luz em 517 nm e possui coloração violeta. Quando ocorre esta reação há uma redução formando 2,2-difenil-1-picridrazina cuja coloração é amarela. Esta mudança de coloração pode ser monitorada através da leitura da absorbância no espectrofotômetro UV-Visível (BERSET, CUVELIER, BRAND-WULLIANS, 1995).

**Figura 20.** Reação entre o DPPH e o BHT.



**Fonte:** OLIVEIRA et al; 2009.

Os resultados das atividades antioxidantes das amostras foram expressos através do  $CE_{50}$ , que é a concentração mínima de extrato para consumir 50% do radical livre DPPH. Na Tabela 7 podem ser observados os valores de  $CE_{50}$  do extrato bruto e das partições realizadas.

**Tabela 7.** Valores de  $CE_{50}$  da análise da capacidade antioxidante do extrato bruto e frações das folhas de *Schefflera macrocarpa*.

Amostra	$CE_{50} / \mu\text{g mL}^{-1}$
extrato etanólico	$35,70 \pm 0,30$
hexano	$29,50 \pm 0,30$
diclorometano	$54,30 \pm 0,00$
acetato de etila	$24,40 \pm 0,10$
<i>n</i> -butanol	$43,20 \pm 0,20$
água	$43,80 \pm 0,30$
BHT*	$7,30 \pm 0,30$

**Fonte:** o autor.

Segundo REYNERTSON, BASILE, KENNELLY, 2005, a intensidade da atividade antioxidante pode ser correlacionada com o valor obtido de  $CE_{50}$  conforme mostrado na Tabela 8.

**Tabela 8.** Correlação entre os valores de CE<sub>50</sub> e a intensidade da atividade antioxidante.

CE <sub>50</sub> / µg mL <sup>-1</sup>	Intensidade da atividade antioxidante
< 50	Elevada
50 - 100	Moderada
100 - 200	Baixa
> 200	Inativa

Fonte: REYNERTSON et al; 2005.

Ao analisar os resultados observa-se que o extrato etanólico apresentou uma elevada atividade antioxidante, pois segundo a literatura valores abaixo de 50 µg mL<sup>-1</sup> indicam elevada atividade (Tabela 8), ou seja, quanto menor for a quantidade de amostra utilizada para consumir 50% dos radicais livres, melhor será potencial antioxidante.

Analisando-se as partições, nota-se que a fração de acetato de etila apresentou elevada atividade antioxidante, o que aumenta o interesse nessa fração que pode ser uma promissora candidata para futuros isolamentos de compostos com potencial antioxidantes. Já a fração de diclorometano apresentou uma baixa atividade antioxidante.

## 5. CONCLUSÕES

A partir da análise da prospecção fitoquímica foi possível identificar as classes dos metabolitos secundários flavonoides, terpenos, taninos, saponinas e esteroides, tanto no extrato, quanto nas frações.

Pelos resultados obtidos, observou-se que a *Schefflera macrocarpa* apresentou altos níveis de fenóis totais na fração de acetato de etila, resultado também observado na determinação do teor de taninos condensados.

O extrato e frações das cascas apresentaram elevada capacidade de sequestro do radical DPPH, pois os valores de CE<sub>50</sub> foram menores que 50 µg mL<sup>-1</sup>, especialmente a fração acetato de etila. Estas amostras foram as que apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos, resultado que explica a atividade antioxidante para as amostras.

A partir da identificação das classes dos metabólitos das frações acetato de etila das cascas da planta *Schefflera macrocarpa* conclui-se que as amostras são constituídas também por compostos fenólicos em quantidades significativas, que são substâncias biologicamente ativas de interesse farmacológico.

Portanto, os resultados apresentados neste estudo inicial sugerem que a *Schefflera macrocarpa* é uma espécie com grande potencial para estudos mais aprofundados e futura aplicação voltados à atividade antioxidante, onde seus resultados foram muito satisfatórios.

Assim, estudos posteriores poderão ser realizados com os extratos da casca e outras partes desta planta com o objetivo de identificar e caracterizar os possíveis compostos presentes nos extratos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. A.; MACEDO, D. V.; KUBOTA, L. T.; GANDRA, P. G. Determinação eletroquímica da capacidade antioxidante para avaliação do exercício físico. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 06, p. 980-985, 2004.
- ARGOLO, A. C.; SANTANA, A. E. G.; PLETSCHE, M.; COELHO, L. C. B. B. Antioxidant activity of leaf extracts from *Bauhinia monandra*. **Bioresource Technology**, Amsterdã, v. 95, n. 02, p. 229-233, 2004.
- ÁRVORES DO BIOMA CERRADO, 2017. Disponível em: < <http://www.arvoresdobiomacerrado.com.br/site/2017/03/30/schefflera-macrocarpa-cham-schltdl-frodin/>>. Acesso em: 15 out. 2017.
- BEHLING, E. B.; SENDÃO, M. C.; FRANCESCATO, H. D. C.; ANTUNES, L. M.; BIANCHI, M. L. P. Flavonoide quercetina: Aspectos gerais e ações biológicas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 03, p. 385-292, 2004.
- BERGAMASCHI, J. M. **Terpenos**, 2017. Disponível em: < <http://www.terpenoil.com.br/tecnologia/terpenos.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2017.
- BERSET, C.; CUVELIER, M. E.; BRAND-WILLIAMS, W. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food Science Technology**, Amsterdam, v. 28, n. 01, p. 25-30, 1995.

BRANNSTROM, C.; JEPSON, W.; FILIPPI, A. M.; REDO, D.; XU, Z.; GANESH, S. Land change in the Brazilian savanna, 1986-2002: Comparative analysis and implications for land-use policy. **Land Use Policy**, Austin, v. 25, p. 579-595, 2008.

BRENNNA, O. V.; PAGLIARINI, E. Multivariate analyses of antioxidant power and polyphenolic composition in red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Chicago, v. 49, n. 10, p. 4841-4811, 2001.

CABRAL, C.; PITA, R. J. **Alcaloides: Relevância na farmácia e no medicamento. Ciclo de exposições: Temas de saúde, farmácia e sociedade**. Coimbra, 2015. Disponível em: <[https://www.uc.pt/ffuc/patrimonio\\_historico\\_farmaceutico/exposicoes/exposicoestemporarias/1exposicao.pdf](https://www.uc.pt/ffuc/patrimonio_historico_farmaceutico/exposicoes/exposicoestemporarias/1exposicao.pdf)> Acesso em 15 out. 2017.

CASTEJON, F. V. **Taninos e saponinas**, 2011. Disponível em: < [https://portais.ufg.br/up/67/o/semi2011\\_Fernanda\\_Castejon\\_1c.pdf](https://portais.ufg.br/up/67/o/semi2011_Fernanda_Castejon_1c.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2017.

CHEN, Y.; TAO, S.; ZENG, F.; SHEN, Z. Antinociceptive and anti-inflammatory activities of *Schefflera octophylla* extracts **Journal of Ethnopharmacology**., Ireland, v. 171, n. 8, p. 42-50, 2015.

FCIÊNCIAS, 2013. **Morfina**. Disponível em: <<http://www.fcencias.com/2013/02/07/molecula-da-semana-morfina/>> Acesso em: 03 nov. 2017.

FIASCHI, P.; PIRANI, J. R. Padrões de distribuição geográfica das espécies de *Schefflera* J. R. Forst. & G. Forst. (Araliaceae) do Brasil extra-amazônico. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, n. 04, p. 633-644, 2008.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: Fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 02, p. 374-381, 2007.

LIU, Z.; ZENG, X.; YANG, D.; CHU, G.; YUAN, Z.; CHEN, S. Applying DNA barcodes for identification of plant species in the family Araliaceae. **Gene**, Amsterdã, v. 499, n. 01, p. 76-80, 2012.

MMA: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **O Bioma Cerrado**. Brasília: 2017.

MORAIS, S. A. L.; AQUINO, F. J. T.; NASCIMENTO, E. A.; OLIVEIRA, G. S.; CHANG, R.; SANTOS, N. C.; ROSA, G. M. Análise de compostos bioativos, grupos ácidos e da atividade antioxidante do café arábica (*Coffea arabica*) do cerrado e de seus grãos defeituosos (PVA) submetidos a diferentes torras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, supl., p.198-207, 2008.

NAKAMURA, Y.; TSUJI, S.; TONOGAI, Y. Method for analysis of tannic acid and its metabolites in biological samples: Application to tannic acid metabolism in the rat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 01, p. 331-339, 2003.

NETO, G. G.; MORAIS, R. G. Recursos medicinais de espécies do cerrado de Mato Grosso: Um estudo bibliográfico. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 17, n. 04, p. 561-584, 2003.

OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I. B.; GOULART, M. O. F.; SILVA, C. A.; BECHARA, E. J. H.; TREVISAN, M. T. S. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 03, p. 689-702, 2009.

OLIVEIRA, C. L. **Análise in vitro da atividade de secreções cutâneas de anfíbios do Cerrado brasileiro à proliferação do fungo *Batrachochytrium dendrobatidis* (LONG-CORE; PESSIER; NICHOLS, 1999)**. 2014. 83 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

PERES, L. E. P. **Metabolismo secundário das plantas**, 2017. Disponível em: <<http://www.oleos essenciais.org/metabolismo-secundario-das-plantas/#fenolicos>>. Acesso em: 13 out. 2017.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 04, p. 755-760, 2006.

REYNERTSON, K. A.; BASILE, M. J.; KENNELLY, E. J. Antioxidant potential of seven Myrtaceous fruits. **Ethnobotany Research & Applications**, Manoa, v. 03, n. 01, p. 25-35, 2005.

RODRIGUES, D. F.; MENDES, F. F.; FEITOSA, A. D.; FILHO, N.; SILVA, J. A.; SILVA L. A. F. O extrato da casca de barbatimão, *Stryphnodendron adstringens* (martius) Coville, na cicatrização de feridas em animais. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 09, n. 16, p. 1583-1601, 2013.

SCHOFIELD, P.; MBUGUA, D.; PELL, A. N. Analysis of condensed tannins: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdã, v. 91, n. 01, p. 21-40, 2001.

SILVA, C. J.; SANCHES, L.; BLEICH, M. E.; LOBO, F. A.; NOGUEIRA, J. S. Produção de serrapilheira no Cerrado e Floresta de transição Amazônia-Cerrado do Centro-Oeste brasileiro. **Acta Amazônica**, Manaus, vol. 37, n. 04, p. 543-548, 2007.

SIMÕES, C. M. O. **Farmacognosia: Da planta ao medicamento**. 6ª ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora UFRS/UFSC, 2010.

SOUZA, O. V. S.; OLIVEIRA, M. S.; RABELLO, S. V.; CUNHA, R. O.; COSTA, B. L. S.; LEITE, M. N. Estudo farmacognóstico de galhos de *Vanilosmopsis erythropappa* Schult. Bip. – Asteraceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 13, p. 50-53, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2004.

TAPONDJOU, L. A.; MITAINER-OFFER, A. C.; TOMOFUMI, M.; LERCHE, H.; MIRJOLET, J. F.; GUILBAUD, N.; LACAILLE-DUBOIS, M. A. Triterpene saponins in *Schefflera abyssinica*. **Biochemical Systematics and Ecology**, Amsterdã, v. 34, n. 01, p. 887-889, 2006.

VIEIRA, R. F.; MARTINS, M. V. M. Recursos genéticos de plantas medicinais: Uma compilação de dados. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 03, n. 01, p. 13-36, 2000.

ZHANG, L.; WANG, Y.; YU, D. Q. Simultaneous quantification of six major triterpenoid saponins in *Schefflera kwangsiensis* using high-performance liquid chromatography coupled to orbitrap mass spectrometry. **Natural Product Research**, Abingdon, v. 29, n. 14, p. 1250-1257, 2015.