

Avaliação química, antifúngica e antioxidante do óleo essencial da flor de *Fridericia platyphylla* (Cham.) L. G. Lohmann

Antonio Carlos Pereira de Menezes Filho*

Mestre em Agroquímica pelo Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde – Goiás, Brasil.

*astronomoamadorgoias@gmail.com

Recebido em: 21/04/2020 Aceito em: 22/04/2020 Publicado em: 07/05/2020

RESUMO

Fridericia platyphylla é uma espécie vegetal do domínio Cerrado, apresentando flores aromáticas. O trabalho teve por objetivo avaliar a constituição química, antifúngica e antioxidante do óleo essencial da flor de *F. platyphylla*. Flores foram coletadas pela manhã, o óleo essencial extraído por Clevenger, o rendimento determinado, a análise do perfil químico realizado por CG-EM, atividade antifúngica determinada para cepas agrícolas e humanas, e a atividade antioxidante pela redução do DPPH. O perfil químico apresentou quatro compostos majoritários, as atividades antifúngica e antioxidante apresentaram alta eficiência de inibição fúngica e de redução do radical.

Palavras-chave: Atividade antioxidante. *Sclerotinia sclerotiorum*. *Candida krusei*. β -Tujeno. Bignoniaceae.

Chemical, antifungal and antioxidant evaluation the essential oil of flower from *Fridericia platyphylla* (Cham.) L. G. Lohmann

ABSTRACT

Fridericia platyphylla is a plant species from the *Cerrado* domain, with aromatic flowers. The work aimed to evaluate the chemical, antifungal and antioxidant constitution of the essential oil of the flower of *F. platyphylla*. Flowers were collected in the morning, the essential oil extracted by Clevenger, the yield determined, the analysis of the chemical profile performed by GC-MS, antifungal activity determined for agricultural and human strains, and the antioxidant activity by reducing DPPH. The chemical profile showed four major compounds, the antifungal and antioxidant activities showed high efficiency of fungal inhibition and radical reduction.

Keywords: Antioxidant activity. *Sclerotinia sclerotiorum*. *Candida krusei*. β -Thujene. Bignoniaceae.

INTRODUÇÃO

A Família Bignoniaceae é composta por cerca de 80 gêneros e aproximadamente 840 espécies vegetais, sendo a maioria, identificada em áreas de clima tropical e temperada, apresentando porte arbóreo, arbustiva e trepadeira. A Família Bignoniaceae,

é subdividida em oito tribos, onde três delas ocorrem no Brasil (Bignoniaceae, Crescentieae e Tecomeae) (JÚNIOR et al., 2010).

A espécie *Fridericia platyphylla* (Cham.) L. G. Lohmann pertencente ao gênero *Fridericia* Mart., família Bignoniaceae e tribo Bignoniaceae é uma das espécies vegetais encontradas no domínio Cerrado brasileiro. Conhecida popularmente por “cipó-una” (SERPELONI et al., 2019; KAEHLER; MICHELANGELI, 2019; SOUZA; GARPARINO, 2014). Indivíduos de *F. platyphylla* apresentam porte arbustivo, brotos axilares, glândulas interpeciolares, gavinhas simples, inflorescência agrupada, flores de coloração rósea e aromática; e frutos (LOHMANN; TAYLOR, 2014).

Estudos relataram que *F. platyphylla* apresenta atividades biológicas e farmacêuticas com ações anti-inflamatória, antimicrobiana e antiprotozoária (DA ROCHA et al., 2011). Estudos demonstraram também ação analgésica do extrato etanólico foliar de *F. platyphylla* (DA ROCHA et al., 2017). Já Serpeloni et al., (2019) avaliaram em um estudo as ações citotóxicas contra células cancerígenas do sistema gástrico, bem como ações anti-inflamatória e analgésica, promovidas pelo extrato hidroetanólico das raízes de *F. platyphylla*. Brandão et al., (2010) avaliaram o extrato etanólico foliar, onde observaram ação citotóxica e como agente antiviral, onde não observaram tais efeitos positivos para células Vero, EMCV, HSV-1 e VACV.

Na medicina popular, o consumo das raízes apresenta também ação no tratamento de pedras renais, dores nas articulações e no tratamento de úlceras gástricas como meio de curar ou aliviar as dores ocasionadas pelas diversas patologias através da fitoterapia (DA ROCHA et al., 2017; ALCERITO et al., 2002). O metabolismo secundário dos vegetais pode apresentar inúmeras classes de compostos químicos, onde várias classes apresentam grande importância na pesquisa médica e biológica. Como os óleos essenciais (OE) produzidos em praticamente todos os órgãos de um vegetal, sendo compostos basicamente em sua grande maioria por monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanóides.

Essa classe de compostos naturais apresenta várias ações, como antifúngica, antibacteriana, leishmanicida, moluscicida, inseticida, acaricida, atividade antioxidante contra diversos radicais livres em especial para o oxigênio singlete, que causam principalmente cânceres devido ao estresse oxidativo, dentre outras patologias como as doenças degenerativas, e danos severos ao DNA e RNA (POMBO et al., 2018; CUNHA et al., 2016; LIMA et al., 2006).

Vários fungos são causadores de fitopatologias como o *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum acutatum* e *Aspergillus flavus* conhecidos popularmente por “mofo-branco, antracnose e mofo-cinza” respectivamente, atacam as hastes das plantas de soja, milho, feijão e amendoim, bem como nos frutos do morangueiro, abacateiro, mamoeiro, e também em sementes armazenadas, causando anualmente, sérios problemas de perdas em toneladas de alimentos e no produto beneficiado pós-produção. As perdas anuais chegam a milhões de dólares em todo o mundo. Além disso, vários fungos apresentam substâncias tóxicas produzidas a partir do metabolismo secundário, como as aflotoxinas e micotoxinas que podem levar o ser humano e os animais ao óbito caso se alimentem de grãos ou rações contaminadas (MENEZES FILHO et al., 2020; REBONATTO et al., 2018; DA SILVA et al., 2018).

Dentre diversos grupos que compõem os fungos, várias espécies fúngicas podem também causar sérias patologias em humanos como o gênero *Candida*, popularmente conhecido por “sapinho ou candidíase”. Que são pequenas a médias colônias circulares que acometem o tecido labial da boca e dos órgãos genitais, sendo transmitida através de relação sexual, e também é considerada uma doença fúngica oportunista em populações soropositivas (HIV +), onde o sistema imune se encontra com déficit de imunoglobulinas e anticorpos (FERREIRA et al., 2019; BARBOSA et al., 2017).

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a composição química e as atividades, antifúngica para *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum acutatum* e *Aspergillus flavus* (fungos fitopatológicos), e para *Candida albicans*, *Candida guilliermondi*, *Candida krusei* e *Candida tropicalis* (fungos patogênicos), e antioxidante na redução do radical livre DPPH a partir do óleo essencial da flor de *Fridericia platyphylla*.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta biológica

As flores de *F. platyphylla* foram coletadas em uma área de domínio Cerrado com fitofisionomia do tipo sentido restrito na seguinte coordenada geográfica: 17°47'17.3''S 50°57'57.0''W, a área é de preservação permanente localizada na Universidade de Rio Verde, município de Rio Verde – GO, Brasil. A coleta foi realizada nas primeiras horas da manhã entre as 6-8 h. e levadas para o laboratório de Química Tecnológica. A espécie foi identificada pelo Biólogo Msc^o. Antonio Carlos

Pereira de Menezes Filho, e uma excicata foi herborizada e depositada no Herbário do IF Goiano com a seguinte registro: HRV 1211.

Extração e purificação do óleo essencial

Alíquotas de 250 g de flores foram separadas em triplicata para extração e posteriormente determinação do rendimento de OE. O material floral foi processado em processador doméstico acrescido com 500 mL de água destilada. A solução foi transferida para sistema do tipo Clevenger, onde ficou em refluxo por 3 horas. Após este tempo, o hidrolato foi coletado e transferido para um funil de separação. O hidrolato foi lavado 3 vezes com 10 mL de diclorometano grau (Alphatec, P.A – ACS). Em seguida, as frações foram coletadas e secas com sulfato de sódio anidro grau (Dinâmica, P.A – ACS), em seguida, foi filtrado em papel de filtro qualitativo faixa azul (Unifil, 150 mm). O sobrenadante foi coletado em frasco béquer envolto com papel alumínio com pequenos furos para evaporação do solvente.

Após evaporação, a massa de OE foi quantificada em balança analítica (Mettler Toledo, Mod. MS-TS), e o rendimento determinado conforme equação 1.

$$\% \text{Rend} = (\text{Massa óleo essencial} / \text{Massa fresca de flores}) \times 100 \quad \text{Eq. (1)}$$

Perfil químico por cromatografia gasosa com espectrômetro de massas

A análise dos constituintes químicos do AE da flor de *F. platyphylla*, foi realizada em cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massas sequencial (CG-EM), equipado com auto-injetor (Combi PAL AOC-5000 Shimadzu), coluna Restek Rtx-5ms (30m x 0.250 mm x 0.25 µm) fundida com sílica e espectrômetro de massas sequencial (MSTQ8030 Shimadzu) e detector por ionização por impacto eletrônico (IE) (70 eV). A temperatura inicial foi mantida a 60 °C por 3,0 min., seguido de um acréscimo de 3 °C min⁻¹ até atingir 200 °C e posteriormente foi programada para um aumento de temperatura de 15 °C min⁻¹ até 280 °C, permanecendo nessa temperatura por mais 1,0 min⁻¹.

As temperaturas do injetor e do detector foram de 230 °C e 300 °C. As análises foram realizadas utilizando gás He como carreador com pressão de injeção de 57,4 KPa, razão de Splitless: 150, faixa de detecção do espectrômetro de massas: 43-550 m/z, *start time* (*cut time* do solvente): 3,0 min e fluxo de 3 mL min⁻¹. A identificação dos

componentes do óleo foi baseada no índice de retenção linear (Índice de Kovats) (IK) calculado em relação aos tempos de retenção da série homóloga de *n*-alcanos (C-07 a C-40) (Sigma-Aldrich, 1 mL) e no padrão de fragmentação observado nos espectros de massas, por comparação destes com a literatura Adams (2007) e da espectroteca (Nist 11).

Determinação da atividade antifúngica fitopatológica

Os isolados de *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum acutatum* e *Aspergillus flavus* foram mantidos em meio Batata Dextrose Ágar (Kasvi - BDA). As cepas foram doadas pelo laboratório de Produtos Naturais e de Química Tecnológica do IF Goiano, campus Rio Verde – GO. A atividade antifúngica do OE da flor de *F. platyphylla* frente ao crescimento micelial de *S. sclerotiorum*, *C. acutatum* e *A. flavus*, foi avaliado através de diferentes concentrações, partindo de 100 (óleo puro); 50; 25; 12,5; 6,25; 3,13 e 1,56 $\mu\text{L mL}^{-1}$ de óleo essencial. Como controle negativo, utilizou-se a testemunha (ausência de óleo essencial), fungicida *Frownicide*[®] 500 SC (ISK, Fluazinam, Registro no Ministério da Agricultura 7695), na concentração de 10 $\mu\text{L mL}^{-1}$ como controle positivo, e dimetilsulfóxido (Synth - DMSO) como controle negativo.

As concentrações de OE foram adicionadas ao meio de cultura BDA após esterilização e resfriamento, bem como para os tratamentos com *Frownicide* e DMSO. Após solidificação do meio, em câmara de fluxo laminar (Marconi, Mod. MA 1550), 1 disco de micélio para cada cepa de *S. sclerotiorum*, *C. gloeosporioides* e *A. flavus* com 7 mm de diâmetro, foi depositado no centro da placa de *Petri* de 10 cm de diâmetro. Em seguida foram incubadas em estufa bacteriológica (SolidSteel, Mod. 30L) nas temperaturas de 20, 25 e 26 °C respectivamente, conforme descrito por Garcia et al. (2012), Celoto et al. (2008) e Oliveira et al. (2007) adaptado.

A avaliação consistiu em medições diárias do diâmetro das colônias, com auxílio de um paquímetro digital (Digimess, Mod. 100.174 BL) com sensibilidade de (0,01 mm). A aferição iniciou após 24 horas do início da incubação e foram encerradas, quando as colônias fúngicas do tratamento testemunha, atingiram completamente a área interna da placa. A determinação do percentual de inibição de crescimento micelial foi realizada conforme equação 3, proposta por Garcia et al., (2012).

$$\text{PIC} = (\text{DTT} - \text{DTQ})/\text{DTT} * 100 \quad \text{Eq. (3)}$$

Onde: PCI = percentual de inibição de crescimento, DTT = diâmetro no tratamento testemunha, DTQ = diâmetro no tratamento químico.

Determinação da atividade antifúngica para cepas de Candida pelo método de difusão em disco

Em um tubo de ensaios estéril foram adicionados 0,4 mL de OE da flor de *F. platyphylla*, 0,04 mL de Tween 80 (Synth) e 5 mL de água ultrapura estéril. O procedimento foi realizado em câmara de fluxo laminar bacteriológica (Marconi, Mod. MA 1550). O tubo de ensaios foi fechado e homogeneizado por 5 min. em aparelho tipo *Vortex* (Gehaka, Mod. AV-2), obtendo-se uma solução final com 8% de OE, conforme Allegrini et al. (1973). As cepas fúngicas utilizadas foram *C. albicans* ATCC 2115-1, *C. guilliermondi* ATCC 2018-2, *C. krusei* ATCC 2047-3 e *C. tropicalis* ATCC 2591-4 adquiridas comercialmente.

As cepas foram mantidas em meio Ágar Sabouraud Dextrose (Kasvi - ASD) em temperatura de 10 °C em geladeira. Foram realizados repiques de 24 h. em meio Caldo Sabouraud Dextrose (Kasvi - CSD) incubados a 36 °C em estufa bacteriológica (SolidSteel, Mod. 30L). Inóculos contendo aproximadamente 10^6 UFC mL⁻¹, foram padronizados conforme a turbidez em tubo de 0,5 da escala de McFarland em espectrofotômetro UV-Vis (Bel Photonics, Mod. UV-M51).

Para o ensaio antifúngico do OE em difusão em meio sólido contendo papel de filtro estéril com 7 mm de circunferência. Placas de *Petri* com 10 cm foram acrescidas com meio ASD, estéril. Após solidificação, 40 mL da solução ajustada, foi homogeneizada sob o meio com auxílio da alça de *Drigalski*. Em seguida, 4 discos de papel impregnados com OE em diferentes concentrações (2, 4, 6 e 8%) foram depositados na placa de *Petri*. A incubação foi realizada a 35 °C por 24-48 h. O término da incubação foi realizado após este período.

Os halos de antibiose foram avaliados através de um paquímetro digital (Digimess, Mod. 100.174 BL) com sensibilidade de (0,01 mm). Halos de inibição maior ou igual a 10 mm de diâmetro foram considerados, com efeito, fungistático. Como controle de sensibilidade para as cepas avaliadas, foram utilizados Tween 80 (controle negativo) e antifúngico comercial de referência Cetoconazol (controle positivo) na concentração de 50 µg mL⁻¹ conforme Lima et al. (2006).

Atividade antioxidante por DPPH

O OE da flor de *F. platyphylla* foi avaliado quanto à capacidade antioxidante, pelo método de redução do radical livre 2,2-difenil-1-picrilhidrazil, (DPPH) (Sigma-Aldrich). O método por DPPH seguiu conforme descrito por Mezza et al., (2018) adaptado, para uso em microplaca de 96 poços para ensaios em microdiluições. Para cada poço, foram adicionados 100 µL de uma solução diclorometânica de DPPH 0,06 mM e 100 µL de uma solução diclorometânica de óleo essencial em diferentes concentrações decrescentes (50; 40; 30; 20; 10; 8,0; 6,0; 4,0; 2,0 e 1,0 µg mL⁻¹).

A microplaca foi mantida em repouso em local ao abrigo da luz e calor por 1 hora em local resfriado a 1 °C. Logo em seguida, foi realizada a leitura em espectrofotômetro UV-Vis (Polaris, Mod. EE) de microplacas com comprimento de ondas em 517 nm. A capacidade porcentual de redução do radical livre DPPH foi calculada conforme equação 2.

$$\%Red = ((AC - AS)/AC)*100 \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde: AS é a absorbância da solução contendo óleo essencial e antioxidante, e AC é a absorbância da solução controle de antioxidante.

Análise estatística

A determinação do rendimento de extração de OE e a atividade antioxidante determinado em triplicata, para a atividade de inibição fúngica o ensaio foi realizado em quadruplicata, as médias foram seguidas de (±) desvio padrão. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e para determinação da diferença significativa entre as concentrações (tratamentos), foi utilizado teste de *Tukey* ($p \leq 0,05$). O software estatístico utilizado foi o *PAST 3* (versão livre, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 está apresentado um indivíduo de *F. platyphylla* em floração no mês de janeiro de 2020, em área de domínio Cerrado com fitofisionomia tipo sentido restrito.

Figura 1 - Indivíduo de *Fridericia platyphylla* em floração. Em (A) tipo de inflorescência agrupada, em (B) sistema aéreo apresentando caule e lâminas foliares. Barras: (A) 8 cm e em (B) 2 m.



Fonte: Autor.

Observa-se que a flor é do tipo completa em *F. platyphylla* com coloração lilás nas pétalas e branca na corola (Figura 1, A). Ainda na Figura 1, prancha (B) observa-se a parte aérea com caule de pequeno diâmetro 5 cm de diâm. com lâminas foliares intercaladas lateralmente. O rendimento de OE da flor de *F. platyphylla* apresentou média de $0,01\% \pm 0,04$ e coeficiente de variação (CV) igual a 0,03. O OE apresenta leve aroma, com coloração incolor.

Na Tabela 2 está apresentado o perfil químico do OE de *F. platyphylla*, seguido do índice de retenção, fórmula molecular, número de registo e a percentagem de área relativa.

Tabela 1 - Perfil químico do óleo essencial da flor de *Fridericia platyphylla* coletado em janeiro de 2020, e analisado por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG-EM).

Composto	IR	FM	CAS num.	%AR
α -Pineno	939	C ₁₀ H ₁₆	80-56-8	0,39
β -Tujeno	967	C ₁₀ H ₁₆	28634-89-1	14,87
β -Mirceno	999	C ₁₀ H ₁₆	123-35-3	6,19
α -Felandreno	1004	C ₁₀ H ₁₆	99-83-2	0,66
O-Cimeno	1016	C ₁₀ H ₁₄	527-84-4	2,11
3-Careno	1032	C ₁₀ H ₁₆	13466-78-9	21,07
γ -Terpineno	1059	C ₁₀ H ₁₆	99-85-4	32,01
Miroxide	1139	C ₁₀ H ₁₆ O	28977-57-3	1,11
Terpinen-4-ol	1175	C ₁₀ H ₁₈ O	562-74-3	0,65

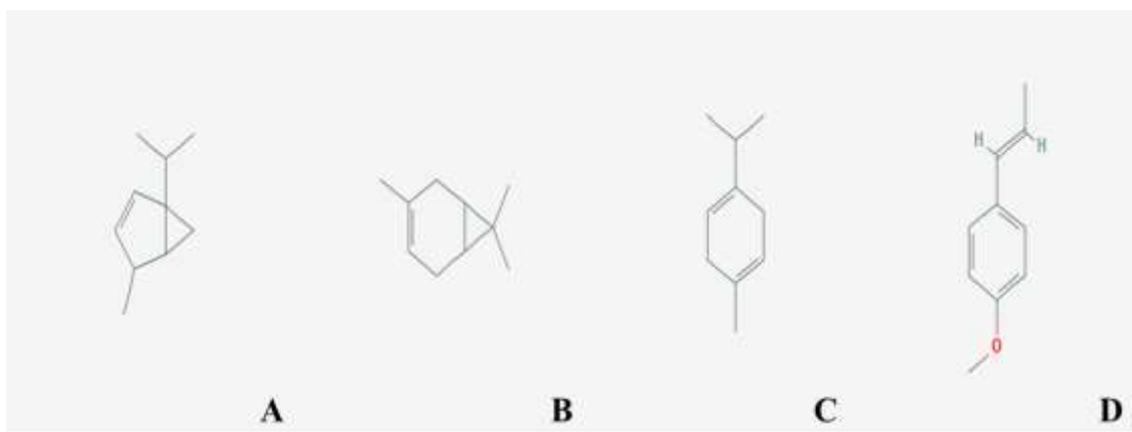
Acetato de Fenquilo	1221	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	13851-11-1	0,45
Carvone	1236	C ₁₀ H ₁₄ O	99-49-0	0,77
<i>p</i> -Anisalaldeído	1259	C ₈ H ₈ O ₂	123-11-5	0,18
<i>trans</i> -Anetole	1285	C ₁₀ H ₁₂ O	4180-23-8	11,10
Germacreno D	1485	C ₁₅ H ₂₄	23986-74-5	0,33
Apiol	1681	C ₁₂ H ₁₄ O ₄	523-80-8	0,55
%Hidrocarbonados				77,63
%Oxigenados				14,81
%Não identificados				7,56
%Identificados				92,44

IR = Índice de Retención. FM = Massa Molecular. CAS = Número de Registro. %AR = porcentagem de Área Relativa do pico. Fonte: Autor.

Observam-se a presença de 15 compostos, sendo a classe predominante de hidrocarbonados com 77,63%, seguido da classe dos compostos oxigenados com 14,81%, com total de compostos identificados de 92,44% para OE da flor de *F. platyphylla*. Foram observados 4 compostos majoritários, β -Tujeno 14,87%, 3-Careno 21,07%, γ -Terpineno 32,01% e *Trans*-Anetole com 11,10% (Tabela 1). Conforme Xavier et al., (2016) a porcentagem de área para um composto seja determinado como majoritário deve apresentar porcentagem de área de retenção (AR) igual ou superior a 8,00%.

Na Figura 2 estão apresentadas as estruturas químicas em bastão dos compostos majoritários encontrados no OE da flor de *F. platyphylla*.

Figura 2 - Estruturas químicas em bastão dos compostos majoritários do óleo essencial da flor de *Fridericia platyphylla*. Em (A) β -Tujeno, (B) 3-Careno, (C) γ -Terpineno e em (D) *Trans*-Anetole. Estruturas PubChem, (2020).



Na Figura 2 prancha (A), está apresentado a estrutura em bastão do β -Tujeno pertencente à classe dos bicíclicos [3.1.0] hex-2-eno substituído nas posições 1 e 4 por

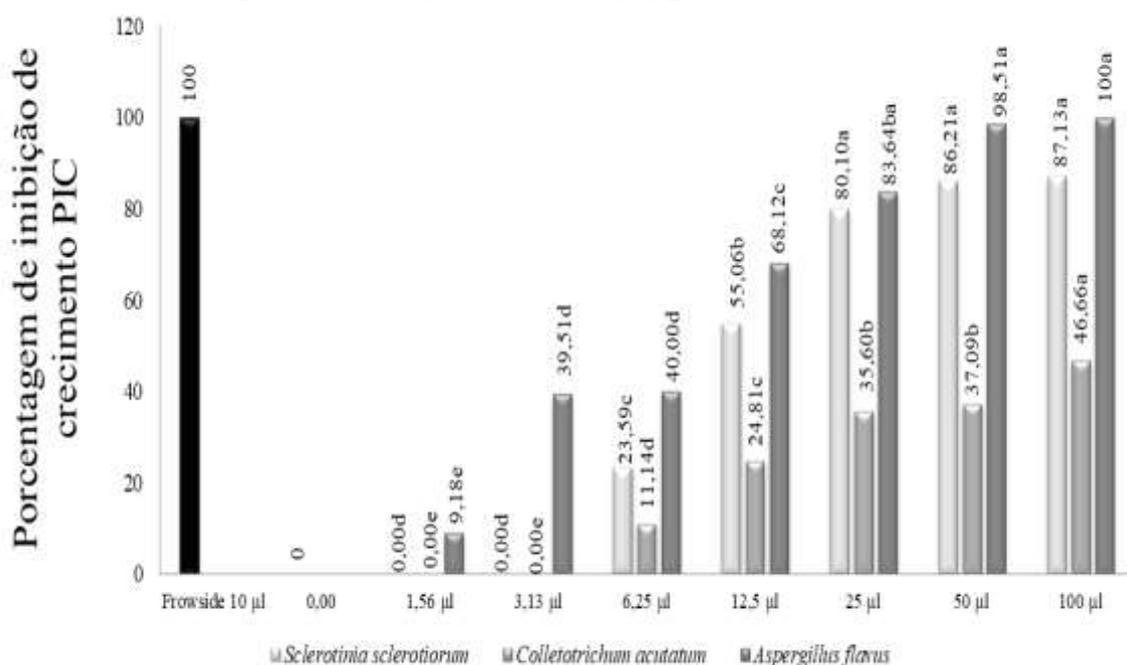
grupos isopropil e metil, respectivamente. Apresentando ações biológicas no tratamento de úlceras, queimaduras, cicatrizes, quelóides, antipruriginoso, antipsoriático, agente anti-acne, queratolítico, emoliente e antioxidante (NIH, 2020).

Na prancha (B) ainda na Figura 2, o 3-Careno que é classificado como um monoterpene biciclo [4.1.0] hept-3-ene que ocorre naturalmente nos vegetais como um constituinte da terebintina, sendo utilizado como agente flavorizante nas indústrias de alimentos, e como fragrância nas indústrias de perfumaria (NIH, 2020). Em (C) o γ -Terpineno pertencente à classe dos monoterpenos sendo um ciclohexadieno que possui ligações duplas nas posições 1 e 4 da estrutura de *p*-Mentano. Tem função bioativa como antioxidante natural (NIH, 2020).

E em (D) *Trans*-Anetole um monometoxibenzeno, onde o metoxibenzeno é substituído por um grupo prop-1-em-1-ilo na posição 4, sendo encontrado naturalmente em OEs de vegetais. Sendo utilizado na indústria de alimentos, como flavorizante na indústria de cosméticos (NIH, 2020).

Na Figura 3, está apresentada a porcentagem de inibição de crescimento (PIC) em *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum acutatum* e *Aspergillus flavus* nas diferentes concentrações de OE de *F. platyphylla*.

Figura 3 - Porcentagem de inibição de crescimento PIC em *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum acutatum* e *Aspergillus flavus* em diferentes concentrações do óleo essencial da flor de *Fridericia platyphylla*. Letras diferentes para cada tratamento e para cada cepa fúngica diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).



Conforme a Figura 3, observam-se que as maiores taxas de inibição para *S. sclerotiorum* foram para as concentrações 25, 50 e 100 $\mu\text{L mL}^{-1}$, com 80,10; 86,21 e 87,13% de PIC. Estatisticamente, são observados a formação de 4 grupos que diferiram entre si. Entretanto, as menores concentrações de 1,56 e 3,13 $\mu\text{L mL}^{-1}$ não apresentaram PIC. Para a cepa de *C. acutatum* novamente observa-se que as maiores concentrações de 25, 50 e 100 $\mu\text{L mL}^{-1}$ apresentaram os melhores índices de inibição de 35,60; 37,09 e 46,66%, sendo as concentrações de 25 e 50 $\mu\text{L mL}^{-1}$ o grupo (b) sem diferença estatística. Neste experimento, a ação antifúngica do OE apresentou entre as concentrações 5 grupos diferentes, com atividade fúngica mínima na concentração de 6,25 $\mu\text{L mL}^{-1}$, com 11,14% grupo (d).

E notável sensibilidade a cepa de *A. flavus*, que apresentou PIC equiparável ao fungicida comercial Frowside na concentração de 10 $\mu\text{L mL}^{-1}$. Em todas as concentrações houve ação fungistática que inibiu o crescimento do fungo. Em especial nas concentrações 12,5; 25; 50 e 100 $\mu\text{L mL}^{-1}$ com taxas de PIC de 68,12; 83,64; 98,51 e 100%. Para esta cepa foram observados a formação de 4 grupos, sendo que as concentrações 3,13; 6,25; 50 e 100 $\mu\text{L mL}^{-1}$ não diferiram estatisticamente.

Menezes Filho et al., (2020) encontraram bom desempenho antifúngico para o OE da folha e raiz de *Cochlospermum regium* com 60,0% e 14,2% de atividade de inibição de crescimento na concentração de 100 $\mu\text{L mL}^{-1}$ para *S. sclerotiorum*, respectivamente. Freddo et al., (2016) encontraram boa atividade de inibição micelial para *S. sclerotiorum* com óleo essencial de *Aloysia citriodora in vitro*. Menezes Filho et al., (2020) obtiveram taxas de inibição de crescimento em *C. gloeosporioides* de 86,4 e de 81,3% para concentração de 100 $\mu\text{L mL}^{-1}$ para OE raiz e folha de *C. regium*, respectivamente. Thanaboripat et al., (2007) verificaram eficácia de inibição em *A. flavus* pelo OE de *Melaleuca cajuputi*, *Cinnamomum cassia* e *Lavandula officinalis*. Dias et al. (2019), encontraram efetiva atividade fungistática para o OE de *Lippia sidoides* contra o fungo *Macrophomina phaseolina* que ataca plantas de feijão-caupi. Perea et al. (2018) observaram importante potencial antifúngico para o OE de *Citrus aurantium* e de *Swinglea glutinosa* no controle de *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp. e *Rhizopus oryzae*.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados de inibição através da formação do halo de antibiose para as cepas de *C. albicans*, *C. guilliermondi*, *C. Krusei* e *C. tropicalis* em diferentes concentrações de OE da flor de *F. platyphylla*.

Tabela 2 - Diâmetro de inibição em (mm) pelo óleo essencial da flor de *Fridericia platyphylla* sobre cepas do gênero *Candida*.

Conc./Cepas	<i>C. albicans</i> *	<i>C. guilliermondi</i> *	<i>C. krusei</i> *	<i>C. tropicalis</i> *
2 %	12	6	11	0
4 %	13	7	14	5
6 %	18	9	16	9
8 %	21	12	20	14
Tween 80	0	0	0	0
Cetoconazol (50 µg mL⁻¹)	26	25	28	30

*Resultados em milímetros (mm) de concentração de inibição micelial do halo fúngico testado promovido pelas diluições do óleo essencial. Tween 80, controle negativo. Cetoconazol (50 µg mL⁻¹), controle positivo.

Observa-se na Tabela 2, efetiva atividade de inibição para todas as cepas de *Candida*, exceto para *C. guilliermondi* e *C. tropicalis* nas concentrações 2, 4 e 6% que apresentaram halos de antibiose inferiores a 10 mm. Já para *C. albicans* e *C. krusei*, em todas as concentrações apresentaram boa eficácia de inibição com halos de antibiose igual e superior a 10 mm. Sendo estas cepas fúngicas sensíveis ao OE da flor de *F. platyphylla*. As demais cepas de *C. guilliermondi* e *C. tropicalis* apresentaram sensibilidade apenas na maior concentração 8% de OE. Quando comparado ao antifúngico comercial Cetoconazol, o OE apresentou resultados promissores, em especial para as cepas de *C. albicans* e *C. krusei*.

Devido a falta de estudos com *F. platyphylla*, este estudo comparou os resultados obtidos pelo OE da flor com outros trabalhos publicados. Rivera et al. (2017), encontraram boa atividade antifúngica para as cepas de *C. tropicalis* e *C. albicans* avaliando os OEs de *Renealmia thyrsoides* e *Thymus vulgaris*, com resultados de 0,34 e 0,38, e de 0,68 e 0,76 mg mL⁻¹ MIC, respectivamente.

Deus et al., (2011) obtiveram para OE de copaíba, halos de inibição de 9,5 mm para *C. guilliermondi*, 10 mm para *C. tropicalis* e de 16 mm para *C. parapsilosis*. Os pesquisadores discutem sobre alguns compostos como α -Copaeno, γ -Muuroleno e β -Bisaboleno como possíveis compostos envolvidos na ação fungistática. Correa-Royero et al. (2010) avaliaram 32 OEs onde 6 óleos apresentaram atividade antifúngica para *C. krusei*. Nakamura et al. (2004) também obtiveram bom resultados de inibição de crescimento para *C. albicans*, *C. krusei*, *C. parapsilosis* e *C. tropicalis* com o OE de *Ocimum gratissimum*.

Na Tabela 3 está apresentada a atividade de redução do radical livre DPPH em diferentes concentrações de OE da flor de *F. platyphylla*.

Tabela 3 - Avaliação da porcentagem de atividade antioxidante do óleo essencial da flor de *Fridericia platyphylla* frente ao radical livre DPPH em diferentes concentrações $\mu\text{L mL}^{-1}$ de óleo essencial.

Concentração ($\mu\text{L mL}^{-1}$)	Atividade Antioxidante (%)*
50	100 \pm 0,00 ^a
40	100 \pm 0,00 ^a
30	96,15 \pm 0,02 ^a
20	90,07 \pm 0,06 ^b
10	81,55 \pm 0,03 ^c
8	74,18 \pm 0,01 ^d
6	66,66 \pm 0,10 ^{ed}
4	49,97 \pm 0,12 ^f
2	35,67 \pm 0,14 ^g
1	9,48 \pm 0,06 ^h

*Óleo essencial da flor de *F. platyphylla*. Resultados referem à média de três repetições seguidos por (\pm) desvio padrão. Os resultados na coluna seguida de letras diferentes apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey. Fonte: Autor.

Quanto à ação antioxidante na redução do DPPH, o OE demonstrou ser altamente eficiente, em todas as concentrações como observado na Tabela (3). Onde é possível verificar a diferença estatística entre os grupos, exceto na concentração 6 $\mu\text{L mL}^{-1}$. Nas maiores concentrações 50, 40 e 30 $\mu\text{L mL}^{-1}$ apresentaram as maiores taxas de redução de 100, 100 e 96,15%, respectivamente, formando o grupo (a). Na menor concentração de 1 $\mu\text{L mL}^{-1}$ grupo (h) com 9,48% de redução do DPPH.

Estes resultados corroboram com os compostos majoritários do OE onde o β -Tujeno e γ -Terpineno apresentam ação antioxidante natural. Andrade et al. (2012) e Ruberto e Barata (2000) os compostos Timol e Carvacrol apresentam efetiva atividade antioxidante, por se tratarem de compostos fenólicos.

Vários óleos essenciais apresentam diferentes interações na redução dos inúmeros modelos de agentes antioxidantes. Menezes Filho et al., (2020) obtiveram para os OEs da raiz e folha de *C. regium* com atividades de redução do radical DPPH entre 100 a 13,06%, apresentando também efetiva atividade antioxidante. Já no estudo de Souza et al. (2011), os pesquisadores obtiveram resultado inferior a 10% de atividade antioxidante no OE de *Baccharis tridentata*, não se tratando de um OE com efetiva atividade antioxidante para o modelo de radical livre DPPH.

Os compostos interagem entre si no OE da flor de *F. platyphylla* proporcionando sinergismo positivo para todos os experimentos avaliados neste estudo. Desempenhando importante fonte química de OE com ações antifúngica e antioxidante, fatores importantes para as indústrias de alimentos, biotecnologia, agrícola e farmacêutica que buscam por novas fontes naturais para extração dos princípios ativos quimicamente e biologicamente ativos.

CONCLUSÃO

Este estudo é o primeiro relato do perfil químico, das atividades antifúngicas em cepas de fitopatógenos e de patógenos, bem como atividade antioxidante do óleo essencial da flor de *Fridericia platyphylla*. O rendimento do óleo essencial foi satisfatório para o órgão vegetal (flor). Foram observados 15 compostos químicos, sendo β -Tujeno, 3-Careno, γ -Terpineno e *Trans*-Anetole os compostos majoritários. As atividades antifúngicas em ambos os testes para cepas agrícolas e humanas apresentaram bons resultados de inibição, apresentando como possível novo agente fungistático de largo espectro. A atividade antioxidante utilizando o radical livre DPPH como modelo, apresentou importantes resultados de redução.

Os resultados obtidos neste estudo avaliando o óleo essencial da flor de *F. platyphylla* o tornam como um forte candidato para novos testes avaliando outras atividades biológicas, sendo possível o desenvolvimento de medicamentos e insumos agrícolas antifúngicos, bem como ser utilizado na indústria de alimentos como agente antioxidante.

AGRADECIMENTOS

Ao IF Goiano, Campus Rio Verde; a Universidade Federal de Goiás; a Universidade Federal de São Carlos; a Universidade Federal de Jataí; aos laboratórios de Química Tecnológica, Águas e Efluentes, Herbário e de Produtos Naturais; aos órgãos de fomento CAPES, CNPq e FINEP.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by chromatography/mass spectrometry**. 4th, Ed. Carol Stream: Allured Publ., 2007.

ALCERITO, T.; BARBO, F. E.; NEGRI, G. Foliar epicuticular wax of *Arrabidaea brachypoda*: flavonoids and antifungal activity. **Biochemistry Systematic Ecology**, v. 30, n. 7, p. 677-683, 2002.

ALLEGRINI, M.; SIMÉON, M.; MAILLOS, H.; BOILOOT, A. Émulsions et applications em microbiologie. **Travaux de la Société de Pharmacie de Montpellier**, v. 33, p. 73-86, 1973.

ANDRADE, M. A.; CARDOSO, M. das G.; BATISTA, L. R.; MALLET, A. C. T.; Machado, S. M. F. Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidante e antibacteriana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 399-408, 2012.

BARBOSA, C. S.; PEREIRA, R. F.; FORTUNA, J. L. Atividade antifúngica do óleo essencial de erva-cidreira *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae) sobre *Candida albicans*. **Revista de Biociências**, v. 33, n. 1, p. 53-60, 2017.

BRANDÃO, G. C.; KROON, E. G.; DOS SANTOS, J. R.; STEHMANN, J. R.; LOMBARDI, J. A.; BRAGA DE OLIVEIRA, A. Antiviral activity of Bignoniaceae species occurring in the State of Minas Gerais (Brazil): part 1. **Letters Applied Microbiology**, v. 51, n. 4, p. 469-476, 2010.

CELOTO, M. I. B.; PAPA, Mde. F. S.; SACRAMENTO, L. V. Sdo.; CELOTO, F. J. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Scientiarum**, v. 30, n. 1, p. 1-5, 2008.

CORRE-ROYERO, J.; TANGARIFE, V.; DURÁN, C.; STASHENKO, E.; MESA-ARANGO, A. Atividade antifúngica *in vitro* e os efeitos citotóxicos de óleos essenciais e extratos de plantas medicinais e aromáticas contra *Candida krusei* e *Aspergillus fumigatus*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 5, p. 734-741, 2010.

CUNHA, A. L.; MOURA, K. S.; BARBOSA, J. C.; DOS SANTOS, A. F. Fundamentos químicos da ação dos radicais no organismo. **Diversitas Journal**, v. 1, n. 1, p. 8-13, 2016.

DA ROCHA, C. Q.; VILELA, F. C.; CAVALCANTE, G. P.; SANTA-CECÍLIA, F. C.; SANTOS-E-SILVA, L.; DOS SANTOS, M. H.; GIUSTI-PAIVA, A. Anti-inflammatory and Antinociceptive effects of *Arrabidaea brachypoda* (DC.) Bureau roots. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 133, n. 2, p. 396-401, 2011.

DA ROCHA, C. Q.; DE FARIA, F. D.; MARCOURT, L. Gastroprotective effects of hydroethanolic root extract of *Arrabidaea brachypoda*: evidences of cytoprotection and isolation of unusual glycosylated polyphenols. **Phytochemistry**, v. 135, p. 93-105, 2017.

DA SILVA, T. K.; BORGES, B. G.; DE FREITAS, A. S.; SOARES, M. G. de O.; FREITAS, E. J.; ALCANTRA, E.; FIGUEIREDO, J. R. M. Atividade antifúngica *in vitro* de própolis sobre *Colletotrichum* spp. do abacate. **Revista da Universidade do Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 3, p. 1-6, 2018.

DE SOUZA, C. N.; GASPARINO, E. C. Pollen morphology of *Fridericia* Mart. (Bignoniaceae) from Brazilian forest fragments. **Brazilian Journal of Botany**, v. 37, n. 1, p. 83-94, 2014.

DEUS, R. J. A.; ALVES, C. N.; ARRUDA, M. S. P. Avaliação do efeito antifúngico do óleo resina e do óleo essencial de copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 1, p. 1-7, 2011.

DIAS, L. R. C.; SANTOS, A. R. B.; FILHO, E. E. P.; DA SILVA, P. H. S.; SOBRINHO, C. A. Óleo essencial de *Lippia sidoides* Cham (alecrim-pimenta) no controle de *Macrophomina phaseolina* em feijão-caupi. **Revista Cubana de Plantas Mediciniais**, v. 24, n. 1, 2019.

FERREIRA, J. L. S.; CAVALCANTE, J. N. M.; SIQUEIRA, D. de S.; BEZERRA, R. V.; DELGADO, L. A.; DE OLIVEIRA, H. M. B. F.; VIEIRA, E de S. S.; MAIA, G. L. de A.; LIMA, E. de O.; FILHO, A. A. de O. Comparação da atividade antifúngica do extrato aquoso e do extrato etanólico de *Rhaphiodon echinus* (Lamiaceae) contra cepas de *Candida tropicalis*. **Revista da Universidade do Vale do Rio Verde**, v. 17, n. 1, p. 1-8, 2019.

FREDDO, Á. R.; LEWANDOWSKI, A.; BUSO, C.; CECHIM, F. E.; ZORZZI, I. C.; REY, M. dos S.; DALACOSTA, N. L.; MAZARO, S. M. Óleo essencial de *Aloysia citriodora* no controle de *Sclerotinia sclerotiorum* em pepino e atividade antifúngica *in vitro*. **Cultura Agronômica**, v. 25, n. 4, p. 373-386, 2016.

GARCIA, R. Á.; JULIATTI, F. C.; BARBOSA, K. A. G.; CASSEMIRO, T. A. Atividade antifúngica de óleo e extratos vegetais sobre *Sclerotinia sclerotiorum*. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 1, 48-57, 2012.

JÚNIOR, J. M. das. C.; DE CARVAHO, D. A.; MANSANARES, M. E. A família Bignoniaceae Juss. (Ipês) no município de Lavras, Minas Gerais. **Cerne**, v. 16, n. 4, p. 517-529, 2010.

KAEHLER, M.; MICHELANGELI, F. A.; LOHMANN, L. G.. Fine tuning the circumscription of *Fridericia* (Bignoniaceae, Bignoniaceae). **Taxon**, v. 68, n. 4, p. 1-20, 2019.

LIMA, I. de O.; OLIVEIRA, R. de A. G.; LIMA, E. de O.; FARIAS, N. M. P.; DE SOUZA, E. L. Atividade antifúngica de óleos essenciais sobre espécies de *Candida*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16, n. 2, p. 197-201, 2006.

LOHMANN, L. G.; TAYLOR, C. M. A new generic classification of tribe Bignoniaceae (Bignoniaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 99, p. 348-489, 2014.

MENEZES FILHO, A. C. P. de.; DE SOUSA, W. C.; CASTRO, C. F. de S. Atividades antioxidante e antifúngica dos óleos essenciais de *Cochlospermum regium* frente à *Sclerotinia sclerotiorum* e *Colletotrichum gloeosporioides*. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n. 1, p. 109-116, 2020.

MEZZA, G. N.; BORGARELLO, A. V.; GROSSO, N. R.; FERNANDEZ, H.; PRAMPARO, M. C.; GAYOL, M. F. Antioxidant activity of rosemary essential oil fractions obtained by molecular distillation and their effect on oxidative stability of sunflower oil. **Food Chemistry**, v. 242, p. 9-15, 2018.

NAKAMURA, C. V.; ISHIDA, K.; FACCIN, L. C.; FILHO, B. P.; CORTEZ, D. A.; ROZENTAL, S.; DE SOUZA, W.; NAKAMURA, T. U. *In vitro* activity of essential oil from *Ocimum gratissimum* L. against four *Candida* species. **Research Microbiology**, v. 155, n. 7, p. 579-786, 2004.

NIH – PubChem. Disponível em: pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/520384. Acesso em: 2 fev. 2020.

NIH – PubChem. Disponível em: pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/26049. Acesso em: 31 jan. 2020.

NIH – PubChem. Disponível em: pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/7461. Acesso em: 31 jan. 2020.

NIH – PubChem. Disponível em: pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/637563. Acesso em: 31 jan. 2020.

OLIVEIRA, Mdos. S.; DORS, G. C.; SOUZA-SOARES, L. Ade.; BADIALE-FURLONG, E. Atividade antioxidante e antifúngica de extratos vegetais. **Alimentos e Nutrição**, v. 18, n. 3, p. 267-275, 2007.

PEREA, E. M.; CALEÑO, J. L. C.; OSPINA, C. C. C.; ARTEAGA, J. J. M. Potencial antimicrobiano y citotóxico del aceite esencial de *Citrus aurantium* Engl. (naranja agria) y de *Swinglea glutinosa* Merr. (limón de cerco). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 23, n. 3, 2018.

POMBO, J. C. P.; RIBEIRO, E. R.; PINTO, R. de L.; DA SILVA, B. J. M. Efeito antimicrobiano e sinérgico de óleos essenciais sobre bactérias contaminantes de alimentos. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 25, n. 2, p. 108-117, 2018.

REBONATTO, B.; RUSCHEL, J.; DO PRADO, N. V.; HIROOKA, E. Y.; MACHADO-LUNKES, A.; HASHIMOTO, E. H. Sinergismo entre ácidos orgânicos e sorbato de potássio no controle de *Aspergillus flavus*. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 25, n. 3, p. 114-125, 2018.

RIVERA, P. N.; PAREDES, E. A.; GÓMEZ, E. D.; LUECKHOFF, A.; ALMEIDA, G. A.; SUAREZ, S. E. Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de los rizomas de *Renealmia*

thyrsoidea (Ruiz & Pav.) Poepp. & Eddl. (Shiwanku muyu). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 22, n. 2, 2017.

RUBERTO, G.; BARATA, M. T. Antioxidant activity of selected essential oil components in two lipid model systems. **Food Chemistry**, v. 69, n. 2, p. 167-174, 2000.

SOUZA, S. P.; CARDOSO, M. G.; SOUZA, P. E.; GUIMARÃES, L. G. L.; ANDRADE, J.; MALLETT, A. C. T.; NELSON, D. L. Óleo essencial de *Baccharis tridentata* Vahl: composição química, atividade antioxidante e fungitóxica, e caracterização morfológica das estruturas secretoras por microscopia eletrônica de varredura. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 4, p. 456-466, 2011.

SERPELONI, J. M.; SPECIAN, A. F. L.; RIBEIRO, D. L.; BENÍCIO, L. M.; NUNES, H. L.; FRANCHI, L. P.; ROCHA, C. Q.; VILEGAS, W.; VARANDA, E. A.; CÓLUS, I. M. S. *Fridericia platyphylla* (Cham.) L. G. Lohmann root extract exerts cytotoxic and antiproliferative effects on gastric tumor cells and downregulates BCL-XL, BIRC5, and MET genes. **Human & Experimental Toxicology**, p. 1-17, 2019.

THANABORIPT, D.; SUVATHI, Y.; SRILOHASIN, P.; SRIPAKDEE, S.; PATTHANAWANITCHAI, O.; CHAROENSETTASILP, S. Inhibitory effect of essential oils on the growth os *Aspergillus flavus*. **Current Applied Science and Technology Journal**, v. 7, n. 1, p. 1-7, 2007.

XAVIER, M. N.; ALVES, J. M.; CARNEIRO, N. S.; SOUCHIE, E. L.; SILVA, E. A. J.; MARTINS, C. H. G.; AMBRÓSIO, M. A. L. V.; EGEEA, M. B.; ALVES, C. C. F.; MIRANDA, M. L. D. Composição química do óleo essencial de *Cardiopetalum calophyllum* Schltld. (Annonaceae) e suas atividades antioxidante, antibacteriana e antifúngica. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 5, 2016.