



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE-UFCG
CENTRO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR-CCTA
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM SISTEMAS
AGROINDUSTRIAIS-PPGSA**



ROSANA FERREIRA DE ALENCAR

**AÇÃO ANTIFÚNGICA *in vitro* DO ÓLEO ESSENCIAL DE ALFAZEMA BRAVA
(*Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze) FRENTE A FUNGOS FITOPATOGÊNICOS**

POMBAL-PB

2021

ROSANA FERREIRA DE ALENCAR

**AÇÃO ANTIFÚNGICA *in vitro* DO ÓLEO ESSENCIAL DE ALFAZEMA BRAVA
(*Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze) FRENTE A FUNGOS FITOPATOGÊNICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais

Orientador: Prof. Dr. Everton Vieira da Silva

POMBAL-PB
2021

A368a	<p>Alencar, Rosana Ferreira de.</p> <p>Ação antifúngica <i>in vitro</i> do óleo essencial de Alfazema Brava (<i>Mesosphaerum suaveolens</i> (L.) kuntze) frente a fungos fitopatogênicos. / Rosana Ferreira de Alencar . - Pombal, 2021.</p> <p>61 f.: il. color.</p> <p>Dissertação (Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2021.</p> <p>"Orientação: Prof. Dr. Everton Vieira da Silva."</p> <p>Referências.</p> <p>1. Óleos essenciais. 2. Alfazema brava. 3. Alfazema brava - antifúngico. 4. Ação antifúngica - alfazema brava. 5. <i>Mesosphaerum suaveolens</i>. I. Silva, Everton Vieira da. II. Título.</p> <p>CDU 581.135.5(043)</p>
-------	---

ROSANA FERREIRA DE ALENCAR

**AÇÃO ANTIFÚNGICA *in vitro* DO ÓLEO ESSENCIAL DE ALFAZEMA BRAVA
(*Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze) FRENTE A FUNGOS FITOPATOGÊNICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais

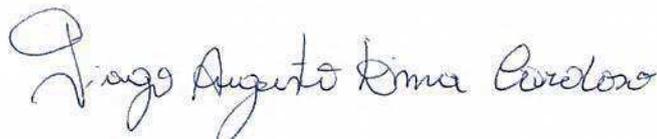
Data da Aprovação: Pombal-PB 12 de fevereiro de 2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Everton Vieira da Silva

ORIENTADOR



Tiago Augusto Lima Cardoso

EXAMINADOR INTERNO

PPGSA/UFCG



Letícia Carvalho Benitez –

EXAMINADORA EXTERNA

UACEN/CFP/UFCG

Dedico esta dissertação ao meu esposo Edval, pelo apoio incondicional e constante incentivo. Sem o seu suporte humano não teria concluído esse trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela força e coragem para superar os obstáculos e atingir meu objetivo de concluir esse mestrado.

Ao meu orientador, Professor Everton Vieira da Silva pela paciência, incentivo e valiosa orientação. Aprendi muito nesse período de realização da pesquisa. Agradeço.

Ao meu pai, José Gomes de Alencar (*In Memoriam*) pela dedicação a família e valiosa educação e à minha mãe, Maria do Socorro Ferreira de Alencar pelo carinho e atenção.

Ao meu esposo, Francisco Edval Leite Tavares por seu carinho, companheirismo, paciência, durante o período de realização da pesquisa e por ajudar-me a superar os obstáculos que surgiram durante essa caminhada acadêmica.

Aos professores do mestrado, pela excelência da qualidade técnica de cada um e dedicação às disciplinas.

Aos colegas de turma, pela convivência e clima acolhedor apresentados em sala de aula.

Às amigas Maria Alcantara, dos Santos pelo apoio incondicional em todos os momentos e Josinete Pereira (Neta) pela colaboração e carinho.

Ao amigo Francisco Carlos, pelo apoio nos momentos que precisei, sobretudo na identificação botânica da espécie trabalhada.

À Fátima Maria Elias Ramos, por sua amizade, carinho e colaboração na revisão do trabalho final.

A Jefferson Antonio Marques, pela colaboração no que se refere a produção do abstract.

Aos professores, José Cezário de Almeida, Eder Freire, José Gorete Pedrosa e Hugo Florentino pelo suporte e liberação de espaços e materiais para as atividades práticas da pesquisa.

A Itamar de Miranda Pereira, pela valiosa contribuição em etapas práticas, estatísticas e auxílio no esclarecimento das muitas dúvidas ao longo da pesquisa.

Ao técnico, Samuel Guedes Bitu pela colaboração e orientação no processo de extração do óleo da espécie pesquisada.

Ao Instituto Federal da Paraíba – Campus de Sousa, pela disponibilização do espaço para a realização das primeiras extrações.

À Universidade Federal de Campina Grande por todo apoio institucional disponibilizado.

Aos integrantes da banca examinadora, Tiago Augusto Lima Cardoso e Letícia Carvalho Benitez pela disponibilidade e valiosas contribuições.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização dessa pesquisa. O meu muito obrigada.

“Deixem que o futuro diga a verdade e avalie cada um de acordo com o seu trabalho e realizações. O presente pertence a eles, mas o futuro pelo qual eu sempre trabalhei pertence a mim” (Nikola Tesla)

RESUMO

Ação antifúngica *in vitro* do óleo essencial de alfazema brava (*Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze) frente a fungos fitopatogênicos

Os óleos essenciais no controle de doenças provocadas por fungos fitopatogênicos podem fornecer um controle alternativo ao uso de fungicidas comerciais. Assim, o objetivo dessa pesquisa foi um estudo fitoquímico das folhas da *M. suaveolens* e avaliação da ação antifúngica do óleo essencial sobre fungos fitopatogênicos. Para isto foram realizadas coletas de material botânico para identificação e obtenção de óleo essencial por hidrodestilação. Também foram realizados procedimentos laboratoriais para determinação de clorofilas, carotenoides, flavonoides, antocianinas e fenólicos totais para amostra *in natura*. Procedeu-se a avaliação da ação antifúngica do óleo essencial através de testes *in vitro* com os fitopatógenos do gênero *Colletotrichum* (*gloesporioides* e *musae*) para verificar a velocidade e a inibição de crescimento micelial. Os resultados do estudo fitoquímico das folhas indicaram teores consideráveis de flavonoides e fenólicos totais. Os testes *in vitro* mostraram que o óleo essencial de *M. suaveolens* inibiu e reduziu o crescimento das duas espécies de *Colletotrichum* em todas as concentrações (100, 250, 500, 1000 $\mu\text{l} \cdot 100\text{ml}^{-1}$), em maior ou menor proporção com ação maior em *C. musae* que mostrou eficiência em comparação ao fungicida comercial Thiram nas concentrações de 250, 500 e 1000 μLml^{-1} .

Palavras-chave: Biocompostos, Produtos naturais, Inibição fúngica, Fitopatógenos

ABSTRACT

In vitro antifungal action of essential oil of wild lavender (*Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze) against phytopathogenic fungi

Essential oils in the control of diseases caused by phytopathogenic fungi can provide an alternative control to the use of commercial fungicides. Thus, the objective of this research was a phytochemical study of *M. suaveolens* leaves and evaluation of the antifungal action of essential oil on phytopathogenic fungi. For this, collections of botanical material were carried out to identify and obtain essential oil by hydrodistillation. Laboratory procedures were also performed to determine chlorophylls, carotenoids, flavonoids, anthocyanins and total phenolics for fresh samples. The antifungal action of essential oil was evaluated through *in vitro* tests with phytopathogens of the genus *Colletotrichum* (*gloesporioides* and *musae*) to verify the speed and inhibition of mycelial growth. The results of the phytochemical study of the leaves indicated considerable levels of flavonoids and total phenolics. *In vitro* tests showed that the essential oil of *M. suaveolens* inhibited and reduced the growth of the two *Colletotrichum* species in all concentrations (100, 250, 500, 1000 $\mu\text{l} \cdot 100\text{ml}^{-1}$), to a greater or lesser extent with greater action in *C. musae* which showed efficiency compared to the commercial fungicide Thiram at concentrations of 250, 500 and 1000 μLml^{-1} .

Keyword: Biocomposites, Natural products, Fungal inhibition, Phytopathogens

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	<i>M. suaveolens</i> (A) folha; (B) flor; (C) semente; (D) fruto	15
Figura 2	Crescimento micelial de <i>C. gloeosporioides</i>	37
Figura 3	Crescimento micelial de <i>C. musae</i>	38
Figura 4	Efeito da dose do óleo essencial sobre o PIC e IVCM das colônias de <i>C. musae</i> e <i>C. gloeosporioides</i>	39
Figura 5	Comparação entre as doses do óleo essencial (barras cinza) e o fungicida comercial Thiram® (barras com listras diagonais)	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Rendimento do óleo essencial de <i>M. suaveolens</i> obtido em base úmida com matéria <i>in natura</i> colhida no período chuvoso	34
Tabela 2	Quantificação de compostos bioativos	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVO	15
2.1	Objetivo geral	15
2.2	Objetivos específicos	15
3	REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1	Caracterização da alfazema brava (<i>Mesosphaerum suaveolens</i> (L.) Kuntze)	16
3.1.1	Descrição morfológica e distribuição geográfica	16
3.1.2	Importância da alfazema brava (<i>M. suaveolens</i>)	17
3.1.3	Compostos majoritários presentes no óleo essencial da alfazema brava (<i>M. suaveolens</i> (L.) Kuntze)	18
3.2	Fungos: características gerais	19
3.2.1	Fitopatologia, o gênero <i>Colletotrichum</i> e a antracnose	20
3.2.2	<i>C. gloesporioides</i> e <i>C. musae</i>	22
4	MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1	Classificação da pesquisa	23
4.2	Obtenção e preparação de material botânico para realização da pesquisa	24
4.3	Obtenção de óleo essencial de <i>M. suaveolens</i>	25
4.4	Determinação dos compostos bioativos na amostra <i>in natura</i>	25
4.4.1	Clorofilas e Carotenoides	25
4.4.2	Flavonoides e Antocianinas	26
4.4.3	Compostos Fenólicos Totais (mg EAG/100g)	26
4.5	Avaliação da ação antifúngica do óleo essencial de <i>M. suaveolens</i>	27
4.6	Delineamento e análise estatística	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

As plantas medicinais sempre fizeram parte da vida do ser humano através, desempenhando um papel importante em relação ao seu valor místico como terapêutico (DELATORE; ROYER, 2010). Segundo Coan e Matias (2014), na China há registro de cultivo de plantas medicinais desde 3.000 a.C., já os egípcios, assírios e hebreus também as cultivavam em 2.500 a.C. e utilizavam na produção de vermífugos, purgantes, cosméticos, diuréticos, produtos líquidos e gomas para múmias.

O uso de plantas para fins medicinais deu origem a estudos fitoterápicos buscando base para avaliação científica e com isso, algumas espécies vegetais antes sem importância econômica passaram a ter expressão e serem alvos de pesquisas referentes aos princípios ativos (ARAÚJO, *et al.*, 2015). As pesquisas com plantas medicinais, segundo Maciel *et al.* (2002), envolvem investigações de domínio da etnobotânica, fitoquímica e farmacologia e a integração destas áreas propicia as descobertas de novos medicamentos.

Entre os compostos produzidos pelas espécies vegetais, os óleos essenciais metabólitos extraídos de diversas partes das plantas aliam o seu perfume às reconhecidas propriedades antimicrobianas e antioxidantes sendo amplamente utilizados na indústria alimentícia como conservantes e corretores de sabor, na produção de cosméticos e perfumaria, na indústria farmacêutica e também na agricultura como repelentes de insetos, e fungicidas (FIGUEIREDO, 2014; MONTEIRO, 2015; MIRANDA, *et al.*, 2016).

Os óleos essenciais têm sido apontados como potentes fungicidas e inseticidas naturais, principalmente no controle de fitopatógenos ressaltando a importância dos mesmos como pesticidas alternativos, biodegradáveis e não-tóxicos, além de ser de baixo custo e fácil aquisição (SILVA, 2017).

Uma planta bastante indicada como medicinal e rica em óleo essencial é a alfazema brava (*Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze), uma erva subarborescente, nativa e não endêmica do Brasil que pode ser encontrada em todas as regiões do país (REFLORA, 2021).

Entre as muitas ações medicinais apontadas pelo conhecimento popular, estudos realizados com o óleo essencial de *M. suaveolens* descrevem que o mesmo possui ação antimicrobiana frente ao desenvolvimento de leveduras e fungos filamentosos como o *Trichophyton rubrum* e fungos fitopatogênicos como o *Colletotrichum gloesporioides* (SOUZA, *et al.* 2002; SOUSA, *et al.* 2016).

O óleo essencial de *M. suaveolens* também se mostrou eficiente com controle rápido no crescimento micelial das espécies de fungos *Aspergillus parasiticus* e *Aspergillus fumigatus* que provocam contaminação em sementes como o amendoim nas concentrações de 40 e 80 µl (MOREIRA, *et al.*, 2010).

Diante disso, a presente pesquisa visou desenvolver ações voltadas para a identificação da função antifúngica do óleo essencial da alfazema brava (*M. suaveolens*) com relação ao combate e/ou controle dos fungos fitopatogênicos pertencentes ao gênero *Colletotrichum* (*musae* e *gloeosporioides*) que provocam doenças em várias espécies de plantas a exemplo da antraquinose, e assim, contribuir com informações cientificamente comprovadas com resultados obtidos em testes laboratoriais em relação à eficácia da planta em estudo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a ação antifúngica *in vitro* do óleo essencial da *M. suaveolens* no combate a fungos fitopatogênicos.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar o material botânico a ser estudado;
- Realizar procedimentos para obtenção e determinação de rendimento do óleo essencial da alfazema brava em base úmida;
- Desenvolver atividades laboratoriais para o estudo fitoquímico da matéria *in natura* (folha) da alfazema brava;
- Determinar o Potencial de Inibição de Crescimento Micelial e o Índice de Velocidade de Crescimento Micelial sobre cepas de fungos pertencentes ao gênero *Colletotrichum* (*musae* e *gloesporioides*).
- Elaborar um comparativo entre a ação do óleo essencial de *M. suaveolens* e o fungicida comercial Thiram®.

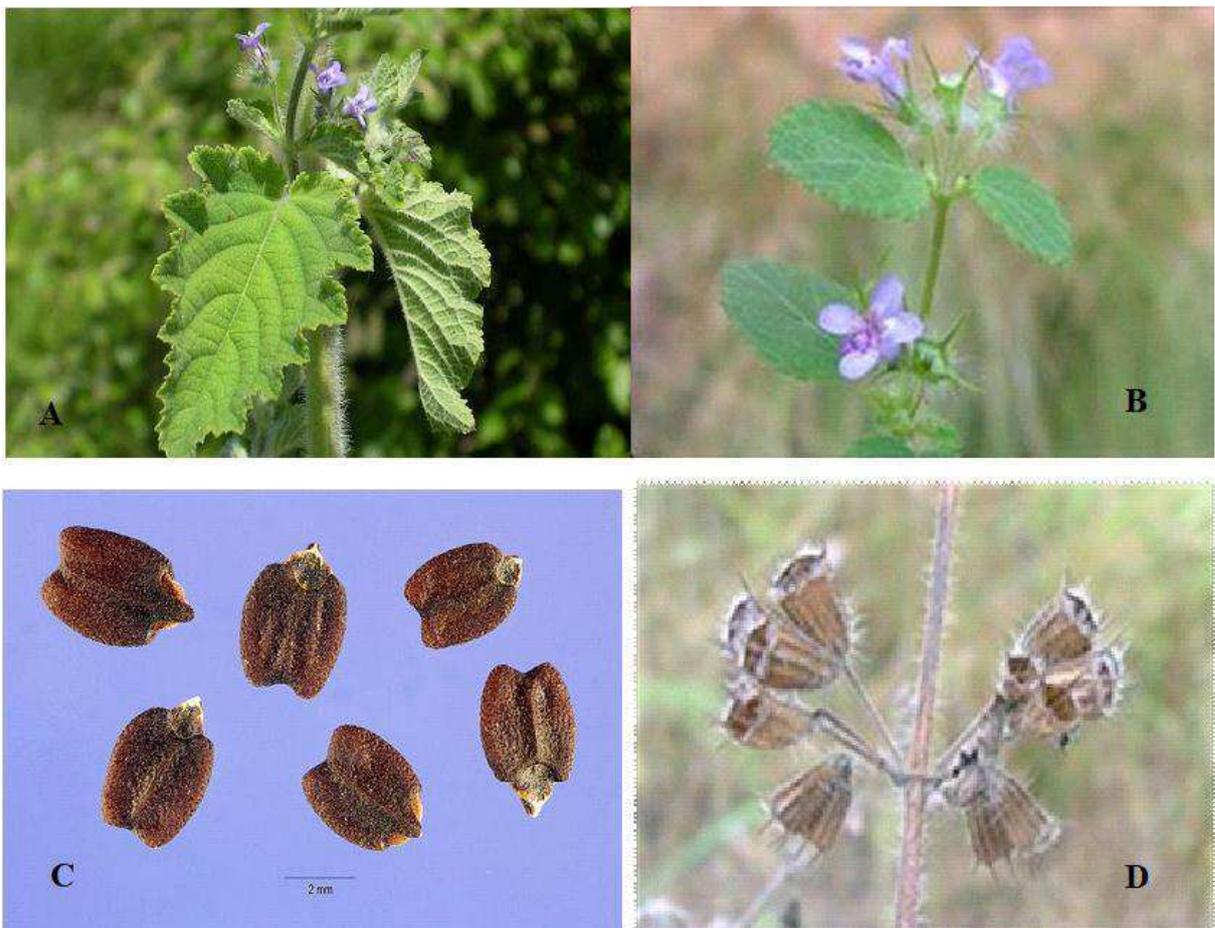
3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Caracterização da alfazema brava (*M. suaveolens*)

3.1.1 Descrição morfológica e distribuição geográfica

A alfazema brava (*M. suaveolens*) (Figura 1) é um subarbusto, terrícola, não endêmica do Brasil pertencente ao gênero *Mesosphaerum*, o qual é formado por espécies antes pertencentes ao gênero *Hyptis*, um dos mais representativos da família Lamiaceae no Brasil, onde foram reconhecidas 191 espécies das quais, 50 foram descritas para a região Nordeste (COSTA, 2015; REFLORA, 2021).

Figura 1 – *M. suaveolens* (A) folha; (B) flor; (C) semente; (D) fruto



Fonte: GARDINER. C. (2018) (<https://keyserver.lucidcentral.org/>)

Como características morfológicas, *M. suaveolens* possui ramos quadrangulares, sulcados, folha, pecioladas, pecíolo sulcado, pubescente, face adaxial tomentosa, face abaxial glabrescente, inflorescência capituliformes, flores com corola lilás, pubescente, internamente tomentosa, fruto tipo drupa enegrecido e glabro (COSTA, 2015; SOARES, 2017).

Quanto à distribuição geográfica, a *M. suaveolens* é uma planta com distribuição em todas as regiões, sendo que na região Sul apenas o estado do Paraná registrou a presença da referida espécie, estando presente em vegetações tipo Área Antrópica, Caatinga, Carrasco, Cerrado, Floresta Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual e Restinga (REFLORA, 2021).

3.1.2 Importância da alfazema brava (*M. suaveolens*)

Segundo Basílio *et al* (2006), a alfazema brava é uma planta de grande importância econômica, etnofarmacológica, pois é fortemente aromática e de uso popular no Nordeste como medicinal, comercializada nas feiras livres com indicação para problemas digestivos, odontalgias, cefaleias, gripes, febres, problemas respiratórios.

M. suaveolens é uma das espécies da Caatinga que apresenta ação alelopática que pode atuar de forma favorável ou desfavorável na germinação, crescimento ou desenvolvimento de outras plantas devido à presença de componentes no óleo essencial obtido nas folhas, flores e sementes da planta com potencial alelopático sobre germinação de sementes de algumas espécies de plantas como sorgo, rabanetes e alface (RODRIGUES *et al*, 2012; BEZERRA *et al*, 2017).

Em países da África e Austrália é considerada uma erva daninha, o que pode estar relacionado ao fato de possuir fácil propagação e crescimento rápido, sendo apontada como invasora muito frequente em pastagens, beira de estradas, terrenos baldios e de culturas anuais e perenes como, por exemplo, lavouras de milho, algodão, arroz, feijão e mandioca (RODRIGUES *et al*, 2012; LORENZI, MATOS, 2008).

O conhecimento popular aponta as partes aéreas da alfazema brava para o tratamento de ameba, rouquidão, males hepáticos, indigestão, problemas respiratórios, infecções da pele, bem como repelente de insetos (MAGALHÃES, 2019; BOTREL *et al.*, 2010;). As folhas de *M. suaveolens* são popularmente utilizada para o tratamento de problemas digestivos e do sistema respiratório, sendo que o óleo é uma fonte natural que possui atividade antibacteriana, ação antioxidante e atua no combate a fungos ~~e mofo~~ do gênero *Aspergillus* e *Candida*,

como também fitopatogênicos como *C. gloeosporioides* (BEZZERA, *et al.*, 2020; MOREIRA, *et al.*, 2010; SOUZA, *et al.*, 2016).

3.1.3 Compostos majoritários presentes no óleo essencial da alfazema brava (*M. suaveolens*)

Óleos essenciais são composto naturais sintetizados durante metabolismo secundário de plantas aromáticas, representando importante ramo da farmacologia tradicional onde, além de perfume, possuem propriedades antimicrobianas, antioxidantes, são biodegradáveis, com baixa toxicidade para mamíferos e desempenham nas plantas funções importantes protegendo contra predadores e parasitas (FIGUEIREDO *et al.*, 2014; FERREIRA, 2014; MACHADO, JUNIOR, 2011).

O tipo do material vegetal é determinante para a composição do óleo essencial que possui substâncias voláteis, lipofílicas e estão presentes em estruturas secretoras especiais como tricomas, canais ou bolsas encontradas com maior incidência nas flores, folhas e caules das plantas, cuja composição pode variar de acordo com a posição geográfica, época de colheita, condições climáticas e do solo onde a espécie vegetal se encontra (FIGUEIREDO *et al.*, 2014; SANTIN, 2013; CLEFF *et al.*, 2010).

Quanto à composição química dos óleos essenciais, os terpenos (alenos naturais) e seus derivados são os compostos majoritariamente presentes e que constituem um extenso grupo de moléculas orgânicas compostas por dupla ligação carbono-carbono cuja molécula base é $(C_5H_8)_n$ além disso, são compostos ativos contra bactérias, fungos e protozoários e são responsáveis pela ação inseticida, sendo que a maioria deles age apenas como repelente (FELIPE, BICAS, 2017).

A alfazema brava (*M. suaveolens*) é uma planta aromática conhecida por seu potencial farmacêutico devido à presença de óleos essenciais uma das principais características organoléticas da família, tendo sido constatado uma elevada variedade de compostos majoritários no óleo presente em diferentes partes da planta, principalmente a parte aérea (ALVES *et al.*, 2017).

A atividade farmacológica dos óleos essenciais ocorre devido a presença de compostos como alcaloides, flavonoides, taninos, saponinas, terpenos e esteroides, além de proteínas, carboidratos, gorduras, fibras e as sementes contém uma composição protéica de globulinas, gluteminas, albuminas e prolaminas, sendo fonte de aminoácidos (NGOZI *et al.*, 2014; LIMA, CARDOSO, 2007).

Estudos referente a *M. suaveolens* têm reportado atividades como hepatoprotetora, antioxidante e citoprotetora (GHAFARI, *et al* 2012, 2014), antidiarréica (SHAIKAT; HOSSAN; AZAN, 2012) e gastroprotetora (ARZAVE, 2012), antimicrobiana, antiparasitária, inseticida (NGOZI *et al*, 2014). Também tem ação como repelente, larvicida (SILVA, 2017) e efeito antifúngico, antitumoral, hipoglicemiante, hipotensivo, vasodilatador e espasmogênico (CARVALHO, 2017).

Em estudos realizados com o óleo obtido por hidrodestilação das partes aéreas da alfazema brava (*M. suaveolens*) foram obtidos 26 compostos que correspondem quase 100% da mistura do óleo essencial, sendo que o terpeno eucaliptol, cerca de 47%, é o componente majoritário, além de terpenos hidrocarbonetos gama-ellemene (8,15%), beta-pynene (6,55%), (+) - 3-careno (5,16%), trans-beta -cariofileno (4,69%) e germacreno (4,86%) (FERREIRA, 2014).

Segundo Bezerra *et al* (2017), Moreira *et al* (2010) e Ferreira (2014), o eucaliptol ou cineol tem ação como analgésico, antioxidante, antiséptico e antimicrobiano, porém pode ser tóxico em doses elevadas. Santos *et al* (2009), em estudos do óleo essencial presente nas folhas e inflorescência da *M. suaveolens*, constatou que este é constituído por monoterpeneos e sequisterpeno sintetizados em tricomas glandulares, sendo o E-cariofileno, espathulenol e γ -muuroleno os encontrados em maior quantidade e também o óxido de cariofileno.

Um componente importante presente no óleo essencial da alfazema brava é o suaveolol, um diterpeno citado em estudos realizados com cobaias por Arzave (2012) o qual apresentou atividade gastroprotetora, e Sharma (2013), em pesquisa com este composto em atividades laboratoriais com ratos foi comprovada a sua atividade anti-inflamatória.

Estudos químicos revelam que o E-cariofileno, cariofileno, β -Cariofileno (19,37%), eugenol e moruleno presente no óleo essencial da alfazema brava possuem ação anti-inflamatória, analgésica, antimicrobiana, acaricida, ação comparável a anticarcinogênica, como também importante ação antifúngica (BEZERRA *et al.*, 2017; PORTO, 2010; ROSEAL, *et al.*, 2011, AZEVEDO, 2014; GONÇALVES, 2015).

3.2 Fungos: características gerais

Fungos são organismos eucariontes unicelulares (leveduras), ou multicelulares (filamentosos), encontrados em praticamente todos os lugares, com uma grande diversidade de espécies que está estimada em mais de 100.000 em todo o planeta (MORAES; PAES;

HOLANDA, 2010). Porém, maioria ainda desconhecida da ciência, sendo que no Brasil, pouco mais de 5.000 espécies foram registradas (SANTOS, 2015).

Os fungos possuem grande diversidade entre si, mas possuem muitas características semelhantes que os diferem dos demais reinos existentes, sendo a reprodução um dos fundamentos da classificação taxonômica desses seres vivos (SILVA; MALTA, 2016). No período de reprodução os fungos formam estruturas assexuadas ou sexuadas que dão origem aos esporos, células responsáveis pela reprodução das espécies de fungos (MAIA; CARVALHO JUNIOR, 2010). Os mesmos autores exaltam a variabilidade de ambientes onde esses seres vivos podem se desenvolver, desde ambientes aquáticos ou terrestres até as regiões tropicais, árticas e antárticas.

A nutrição da maioria das espécies de fungos é por absorção e devido a ausência da clorofila, os fungos necessitam de substâncias orgânicas que não produzem fazendo com que esses seres vivos vivam como saprófitos, parasitas ou por simbiose (TRABULSI, 2008).

Muitas espécies de fungos são de interesse da agricultura tanto pelos benefícios (fungos comestíveis) como pelos prejuízos (ferrugem do café, da cana e do milho, as pragas da batata e das hortaliças e os bolores); são de interesse da indústria (leveduras) na fermentação do álcool, cerveja, vinho, aromatização e fermentação de alimentos, como pães; na produção de glicerina, vitaminas, ácidos orgânicos e hormônios vegetais e na medicina destacando as espécies que liberam potentes toxinas que podem causar doenças ou até a morte (SANTOS, 2015).

Segundo Silva e Malta (2016), os fungos são de grande importância para o equilíbrio da natureza onde participam do processo de decomposição dos restos orgânicos e caso esse reino viesse a desaparecer poderia ocasionar o desaparecimento da maioria das espécies existentes, inclusive a humana.

3.2.1 Fitopatologia, o gênero *Colletotrichum* e a antracnose

Fitopatologia é um termo de origem grega (Phyton=planta; Phatos=doença; Logos=estudo) utilizado para definir a ciência que estuda a interação existente entre planta, doença e meio ambiente abrangendo todos os aspectos desde a diagnose até o controle (CAROLLO; SANTOS FILHO, 2016). Segundo os autores, as doenças existentes em plantas resultam da interação entre hospedeiro e patógeno considerando as condições do meio que resultarão em modificações morfológicas e fisiológicas das espécies atingidas.

O ataque de fitopatógenos causando as chamadas fitopatologias podem provocar danos às culturas e, conseqüentemente atingir a qualidade e quantidade dos alimentos e produtos produzidos sendo os fungos os principais responsáveis por perdas econômicas significativas na agricultura (FERNANDES, *et al.*, 2006). Os autores afirmam ainda que em pesquisas realizadas com diferentes grupos de hospedeiros como hortaliças, fruteiras e gramíneas forrageiras 98,8% das fitopatologias, encontradas foram causadas por agentes bióticos sendo os fungos responsáveis por 82,4% dos casos.

Quanto aos fungos causadores de doenças em plantas, o gênero *Colletotrichum* é de importância fitopatogênica para a agricultura por causar doenças que afetam a comercialização dos produtos, uma vez que é cosmopolita formado por espécies filamentosas, podem atingir uma grande variedade de hospedeiros no campo e no pós-colheita fazendo com que o gênero ocupe a oitava posição no mundo entre os fitopatógenos mais importantes (COSTA, 2015; ARAÚJO *et al.*, 2018).

A identificação das diferentes espécies pertencentes a este gênero é realizada tendo como base características morfológicas, culturais e patogenicidade dos mesmos, como conídios, coloração apresentada pelas colônias, produção de pigmentos e taxa de crescimento sendo o crescimento micelial o mais utilizado para caracterizar esses fungos fitopatogênicos (PIMENTA, 2009).

Uma das doenças de grande destaque provocadas pelo gênero é a antracnose que para Armesto (2013) e Tozzi Junior *et al* (2006) é uma doença presente principalmente em plantas cultivadas atingindo várias partes do vegetal (folhas, caule, flores e frutos) cujo desenvolvimento ocorre a temperaturas entre 22 e 25° C em ambientes com abundância de umidade.

Os sintomas da antracnose consistem na presença de lesões circulares de tamanho variado e centro deprimido, podendo apresentar uma massa de conídeos (esporos assexuados) de cor alaranjada (SOUSA *et al.*, 2012). No caso dos frutos, a infecção pela antracnose ocorre ainda no campo, quando os frutos ainda estão verdes, permanecendo quiescente até o amadurecimento do fruto, muitas vezes no período de pós-colheita onde a infecção pode ocorrer por ferimentos na superfície do órgão vegetal afetado ou pela penetração direta do fungo (TERAO, 2008).

Os danos causados pela antracnose modificam a aparência dos produtos afetando quantitativamente e qualitativamente, dificultando a comercialização dos mesmos que, no caso das frutas e hortaliças, são consumidos *in natura* (ARAÚJO *et al.*, 2018). Segundo o autor, o controle da antracnose é feito com fungicidas no período de pós-colheita o que pode

provocar o surgimento de resistência dos patógenos a esses defensivos restringindo a eficácia dos mesmos, além da fitotoxicidade destes produtos e os efeitos residuais e, nesse contexto, surge a necessidade de uma consciência ecológica voltada para a utilização de defensivos orgânicos no controle fitossanitário proporcionando sustentabilidade para o meio agrícola.

Segundo Sousa *et al* (2012), Souza *et al* (2019) e Araújo *et al* (2018), muitas pesquisas estão sendo realizadas em busca de uma alternativa natural ao uso de fungicidas e os óleos essenciais estão entre essas substâncias pesquisadas por serem encontrados facilmente na natureza e se mostrarem eficazes no controle de diversas espécies de fungos, minimizando os impactos ambientais dos produtos químicos no controle de doenças e pragas que afetam as plantas.

3.2.2 *C. gloesporioides* e *C. musae*

A espécie *C. gloesporioides* é de grande relevância na classificação de doenças que afetam as plantas como por exemplo o cafeeiro, maracujazeiro, goiabeira, mamoeiro dentre outras espécies vegetais mesmo sendo considerada uma espécie secundária devido as várias formas endofíticas e não patogênicas (ARMESTO, 2013; CARVALHO, 2016; GOMES *et al*, 2015; RIBEIRO *et al*, 2016).

O processo infeccioso dessa espécie pode ocorrer através do vento que transporta os esporos de plantas infectadas até os tecidos sadios ou na presença de água proveniente da chuva ou irrigação que fica depositada na superfície das folhas e frutos onde os conídios germinam formando apressórios que promovem a penetração do patógeno no hospedeiro (CARVALHO, 2016; SOUZA *et al*, 2019).

Carvalho (2016) destaca ainda que a infecção causada pelo *C. gloesporioides* se mantém quiescente nos frutos até o amadurecimento dos mesmos devido a presença de antifúngicos naturais presentes nas plantas, essa quiescência é considerada um processo evolutivo de parasitismo onde o patógeno se adapta ao hospedeiro proporcionando uma maior probabilidade de sucesso no processo de infecção.

O controle das doenças causadas pela espécie *C. gloesporioides* se dá quando são utilizados tratamentos químicos comercializados cuja aplicação deve ocorrer no período de formação das folhas jovens, durante as primeiras chuvas e no período de floração sendo a utilização de espécies mais resistentes ao fungo uma das alternativas aos fungicidas como também produtos orgânicos livre de resíduos químicos (SOUZA *te al*, 2019).

Souza *et al* (2019) afirmam ainda que o óleo essencial utilizado para inibir ou retardar o surgimento de sintomas de doenças causadas por fungos como o *C. gloesporioides*, como os estudos *in vitro* com óleo de palma rosa (*Cymbopogon martinii* Roxb. Wats. var. *motia* Burk.), cravo (*Eugenia caryophyllata* Thunb.), Canela (*Cinnamomum zeylanico*), lemongrass (*Cymbopogon citratus*) e alecrim (*Rosmarinus officinalis*) que apresentaram ação fungicida.

Em relação ao *C. musae*, esse é um patógeno comum em frutas como por exemplo a manga e a banana, causando prejuízos no campo e no pós-colheita cujos conídios germinam na superfície dos frutos imaturos formando manchas escuras e como outras espécies do gênero podem permanecer quiescente até o período de amadurecimento o que dificulta a comercialização dos mesmos uma vez que, a aparência tem muita importância para o consumidor (COUTO, MENEZES, 2004; ARAÚJO *et al*, 2018).

O controle dessa espécie está relacionado principalmente ao conhecimento das condições favoráveis para o seu desenvolvimento, a faixa de temperatura e o teor de umidade que poderão permitir a interação entre patógeno-hospedeiro (PESSOA, *et al*, 2007). Os autores destacam também o período de melhoramento que corresponde as condições do meio e do fruto para a germinação, formação e penetração do tubo germinativo que afeta a incidência e a severidade da doença causada pelo patógeno.

O uso de óleos essenciais no controle do crescimento micelial de *C. musae* e *C. gloesporioides* é uma alternativa ao uso de fungicidas como por exemplo o óleo de cravo (*E. caryophyllata*), palma rosa (*C. martini*) e tea tree (*Melaleuca alternifolia* Cheel.) (BARBOSA *et al.*, 2015). Em estudo realizado por Vilaplana *et al.* (2018) com óleo de tomilho (*Thymus vulgaris* L.) no controle da antracnose em banana causada por *C. musae*, esse se mostrou um fungicida eficiente apresentando controle significativo no crescimento micelial do referido fungo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Classificação da pesquisa

A pesquisa foi classificada quanto à sua abordagem como qualitativa e quantitativa. Segundo Córdova e Silveira (2009), a pesquisa qualitativa se preocupa em explicar o porquê dos fenômenos observados, enquanto que a pesquisa quantitativa mensura dados, dando ênfase a expressão numérica.

Em relação à natureza foi classificada como uma pesquisa aplicada uma vez que objetiva a aplicação prática dirigida à solução de um problema (PRODANOV; FREITAS, 2013).

No que se refere aos objetivos classificou-se como uma pesquisa explicativa, pois se propôs a identificar os fatores que determinam a ocorrência de determinado fenômeno, uma vez que o pesquisador tenta explicar o porquê do mesmo através de registros, análises ou interpretação de fenômenos (GIL, 2002; PRODANOV; FREITAS, 2013).

Quanto aos procedimentos foi uma pesquisa experimental, pois partiu de uma hipótese e passou por processo em laboratório ou no campo onde foi determinado um objeto de estudo, selecionado as variáveis que poderiam influenciá-lo, definidas as formas de controle e os efeitos que as variáveis puderam causar no objeto de estudo, fazendo do pesquisador um agente ativo e não meramente um observador (GIL, 2002; 2016).

4.2 Obtenção e preparação de material botânico para realização da pesquisa

A aquisição de material botânico para extração de óleo e herborização foi realizada através de coletas em ambiente natural no município Cajazeiras, cidade situada na região oeste do Estado da Paraíba e a 477km de distância da capital, João Pessoa (IBGE, 2017).

As amostras (folhas) foram coletadas de forma manual no período da manhã, de indivíduos localizados em um mesmo local (próximas ao *Campus* da UFCG), preferencialmente no intervalo de horário das 5h30h às 7h, para ocorrer perda mínima de óleo essencial devido à sua volatilidade, no período chuvoso. Segundo Moraes (2010), a intensidade luminosa e temperatura influenciam na produção, concentração e composição dos óleos essenciais. A autora recomenda ainda que devem utilizadas as folhas mais adultas jovens, pois o tecido das mesmas possui grande atividade biossintética, o que pode aumentar a produção de óleo essencial e assim obter melhor rendimento.

Após coleta, as folhas foram transportadas para os laboratórios de Biologia e Química da UACEN/CFP/UFCG e submetidas a etapa de higienização com um pincel de cerdas macias, para retirada de possíveis impurezas (partículas de solo, poeira, outras plantas, insetos) que viessem alterar os resultados finais.

A espécie vegetal a ser estudada foi prensada e levada à estufa para secagem à temperatura de 50°C e após esse período foi feita exsiccata da mesma. O material botânico foi identificado pelo taxonomista Francisco Carlos Pinheiro da Costa enviado para o Herbário Rita Baltazar de Lima do Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR) da Universidade

Federal de Campina Grande (UFCG), *Campus* de Patos-PB para posterior incorporação e identificação com número de registro.

4.3 Obtenção do óleo essencial de *M. suaveolens*

Para obtenção do óleo essencial foi utilizado o método de hidrodestilação Clevenger, em que a biomassa foi colocada em um balão com água destilada, o qual foi acoplado ao aparelho de Clevenger sob a manta de aquecimento até atingir a fervura e obtenção do óleo essencial (KOCH *et al*, 2014). A hidrodestilação consiste em um processo utilizado em escala laboratorial onde o material vegetal que é mantido em contato com a água em ebulição, onde suas paredes celulares abertas ocorrendo a evaporação do óleo que está entre as suas células, este é condensado e transformado em líquido (SILVEIRA, 2012).

Após extração foi realizado o cálculo de rendimento do óleo essencial com base úmida, referente às folhas frescas, jovens, sem que estas passem por processos de secagem em estufa. Segundo Braga (2002), o cálculo do rendimento consiste na razão entre a massa do óleo essencial e a massa da planta fresca, conforme a equação:

$$Rd_{bu}(\%) = \frac{m_{\text{óleo}}}{m_{\text{ff}}} \times 100$$

Onde *Rd* é o rendimento, *bu* base úmida, $m_{\text{óleo}}$ é a massa do óleo e m_{ff} é a massa da base úmida (folhas frescas).

4.4 Determinação dos compostos bioativos na amostra *in natura*

4.4.1 Clorofilas e Carotenoides

Para determinação de Clorofilas (Eq. 01; Eq. 02; Eq. 03) e Carotenoides Totais (Eq. 04) ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$), utilizou-se o método descrito por Lichthenthaler (1987) e adaptado por Silva (2017) que consistiu em macerar parte da amostra (folhas) juntamente com carbonato de cálcio (CaCO_3) e acetona ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$), em ambiente com pouca ou nenhuma luminosidade. A mistura obtida desse processo foi centrifugada e levada ao espectrofotômetro para leitura de

absorbância. As medidas obtidas na espectrofotometria foram utilizadas para cálculo de teores de clorofila (Eq. 01) e carotenoide totais (Eq. 04), conforme equações apresentadas abaixo.

$$\text{Clorofila } a \text{ (mg/100)} = [(12,21 \times A663 - 2,81 \times A646)/\text{massa (g)}] \times 100/1000 \quad \text{(Eq. 01)}$$

$$\text{Clorofila } b \text{ (mg/100g)} = [(20,13 \times A646 - 5,03 \times A663)/\text{massa(g)}] \times 100/1000 \quad \text{(Eq. 02)}$$

$$\text{Clorifila total (mg/100)} = [(17,3 \times A646 - 7,18 \times A663)/\text{massa(g)}] \times 100/1000 \quad \text{(Eq. 03)}$$

$$\text{Carotenóides totais(mg/100g)} = [(1000 \times A470 - 1,82Ca - 85,02Cb/198)] \times 100/1000 \text{(Eq. 04)}$$

4.4.2 Flavonoides e Antocianinas

A determinação de Flavonoides e Antocianinas (mg/100g) foi realizada conforme método de Francis (1982) e descrito por Silva (2017) em que foi macerada uma amostra do material (folhas) juntamente com etanol (C_2H_5OH)/ácido clorídrico (HCl). O sistema passou por um período de repouso, protegido da luz, e em seguida, foi filtrado. Após filtragem foram realizadas as leituras de absorbância em espectrofotômetro para a determinação dos flavonoides (Eq. 05) e antocianinas (Eq. 06). Os teores foram determinados pelas equações abaixo:

$$\text{Flavonoides (mg/100g)} = (Fd \times Abs)/76,6 \quad \text{(Eq. 05)}$$

$$\text{Antocianinas(mg/100g)} = (Fd \times Abs)/98,2 \quad \text{(Eq. 06)}$$

Onde:

Abs= Absorbância

Fd = Fator de diluição

4.4.3 Compostos Fenólicos Totais (mg EAG/100g)

Os compostos fenólicos totais foram determinados nas amostras *in natura* usando o reagente de Folin-Ciocalteu, conforme método descrito por Waterhouse (2006). Desta forma, o primeiro passo foi a construção da curva padrão de ácido gálico, a partir dos valores das concentrações do ácido e das leituras de absorbância correspondentes a estas concentrações utilizando-se planilha Excel que forneceu a equação da reta que foi utilizada para o cálculo dos compostos fenólicos totais presentes nas amostras. Para isto, o mesmo processo utilizado para a determinação da curva padrão foi aplicado substituindo-se a alíquota de ácido gálico

pela amostra. Ao final, os teores de compostos fenólicos totais foram expressos em mg de EAG (equivalentes de ácido gálico) por 100g da amostra.

4.5 Avaliação da ação antifúngica do óleo essencial de *M. suaveolens*

A avaliação da atividade antifúngica foi realizada *in vitro* utilizando-se cepas 3331 e 3439 dos patógenos *C. gloesporioides* e *C. musae*, respectivamente. O material foi obtido da coleção de fungos da Professora Maria Menezes da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

Tendo por base metodologias descritas em Sousa, Serra e Melo (2012) e em Souza Júnior, Sales e Martins (2009), a avaliação antifúngica seguiu as seguintes etapas:

- Replicação das espécies: as espécies de fungo *C. gloesporioides* e *C. musae* foram replicados em meio de cultura Batata Dextrose Ágar (BDA) e mantido em estufa tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D), a uma temperatura de 25°C, por um período necessário até o desenvolvimento satisfatório das colônias (preenchimento total das placas pela colônia).
- Preparação do meio de cultura: o meio de cultura (BDA) foi preparado em Erlenmeyers de 250ml, autoclavado e levado para uma câmara de fluxo laminar onde foi adicionado o óleo essencial de *M. suaveolens* nas concentrações 100µl; 250µl; 500 µl e 1000 µl/100 ml⁻¹ do meio de cultura. Em seguida, o meio de cultura fundente adicionado do óleo essencial foi vertido em 20 placas de Petri de 80 mm de diâmetro para cada espécie de fungo, cinco placas para cada concentração.
- Adição das espécies de fungos: microdiscos de micélios ativos dos fungos replicados, medindo 8 mm foram retirados das bordas das placas nas quais as espécies foram replicadas e introduzidas, de forma invertida, no centro de cada placa de Petri com o meio de cultura, contendo as concentrações do óleo essencial. Nesta etapa também foram preparadas 10 placas de Petri contendo um fungicida comercial Thiram®, 100µl/100ml⁻¹ sendo 5 placas para cada espécie de fungo estudada e 10 placas do controle contendo apenas o meio de cultura e as espécies de fungo para efeito de controle ou parâmetro de crescimento das colônias.
- Proteção e isolamento das placas: todas as placas foram envolvidas em plástico filme e levadas a estufa B.O.D. a uma temperatura de 25°C, para incubação.

- Avaliação do crescimento micelial: após 24 horas de incubação, o crescimento micelial foi avaliado diariamente, por meio de medidas do diâmetro das colônias. Este diâmetro correspondeu à média de duas medidas perpendiculares entre si, realizadas com régua graduada. As medições ocorreram num intervalo de 6 (seis) dias para *C. musae* e 9 (nove) dias para *C. gloeosporioides*, até o preenchimento completo das placas controle pelos fungos.

- Cálculo do percentual de crescimento: com as medidas obtidas na etapa anterior, os percentuais de inibição de crescimento micelial (PIC) e o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) foram calculados, respectivamente, pelas equações 09 (PEREIRA *et al.*, 2002) e 10 (OLIVEIRA, 1991) apresentadas abaixo.

$$PIC = \frac{(\text{Crescimento da testemunha} - \text{Crescimento do tratamento}) \times 100}{\text{Crescimento da testemunha}} \quad (\text{Eq. 09})$$

$$IVCM = \sum \frac{\text{Diâmetro médio atual} - \text{Diâmetro médio anterior}}{\text{Número de dias após a incubação}} \quad (\text{Eq. 10})$$

4.6 Delineamento e análise estatística

Foi utilizado a função *nlsfit* do pacote *easynls* no programa R 4.0.2 para testar o efeito do aumento na dose do óleo essencial sobre os valores de PIC e IVCM calculados com base no crescimento das colônias fúngicas. Aplicaram-se regressões no modelo Platô-Quadrático. Este modelo é adequado a dados de variáveis resposta que exibem um crescimento ou decréscimo quadrático até certo ponto, a partir do qual os valores mantêm-se estacionados mesmo com a elevação dos valores da variável preditora.

Para comparar a eficiência das diferentes concentrações do óleo essencial com a eficiência do fungicida comercial Thiram® foi aplicado o teste de Tukey sobre valores de PIC e IVCM gerados em cada tratamento. Este teste foi realizado no programa SISVAR 5.7. Todas as análises utilizaram como nível de significância o $p < 0,05$.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos estão apresentados na forma de artigo a ser submetido a periódico científico.

RESUMO

Ação antifúngica *in vitro* do óleo essencial de alfazema brava (*Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze) frente a fungos fitopatogênicos

Rosana Ferreira de Alencar^{1*}; Everton Vieira da Silva¹

¹Centro de Formação de Professores, Universidade Federal de Campina Grande (CFP/UFCG)
Rua Sérgio Moreira de Figueiredo s/n, Cajazeiras PB 58900-000, Brasil;
evertonquimica@hotmail.com (E.V.S.);

* Correspondência: roferreiraalencar@gmail.com

Os óleos essenciais no controle de doenças provocadas por fungos fitopatogênicos podem fornecer um controle alternativo ao uso de fungicidas comerciais. Assim, o objetivo dessa pesquisa foi um estudo fitoquímico das folhas da *M. suaveolens* e avaliação da ação antifúngica do óleo essencial sobre fungos fitopatogênicos. Para isto foram realizadas coletas de material botânico para identificação e obtenção de óleo essencial por hidrodestilação. Também foram realizados procedimentos laboratoriais para determinação de clorofilas, carotenoides, flavonoides, antocianinas e fenólicos totais para amostra *in natura*. Procedeu-se a avaliação da ação antifúngica do óleo essencial através de testes *in vitro* com os fitopatógenos do gênero *Colletotrichum* (*gloesporioides* e *musae*) para verificar a velocidade e a inibição de crescimento micelial. Os resultados do estudo fitoquímico das folhas indicaram teores consideráveis de flavonoides e fenólicos totais. Os testes *in vitro* mostraram que o óleo essencial de *M. suaveolens* inibiu e reduziu o crescimento das duas espécies de *Colletotrichum* em todas as concentrações (100, 250, 500, 1000 $\mu\text{l.100ml}^{-1}$), em maior ou menor proporção com ação maior em *C. musae* que mostrou eficiência em comparação ao fungicida comercial Thiram nas concentrações de 250, 500 e 1000 μLml^{-1} .

Palavras-chave: Biocompostos, Produtos naturais, Inibição fúngica, Fitopatógenos

ABSTRACT

***In vitro* antifungal action of essential oil of wild lavender (*Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze) against phytopathogenic fungi**

Essential oils in the control of diseases caused by phytopathogenic fungi can provide an alternative control to the use of commercial fungicides. Thus, the objective of this research was a phytochemical study of *M. suaveolens* leaves and evaluation of the antifungal action of essential oil on phytopathogenic fungi. For this, collections of botanical material were carried out to identify and obtain essential oil by hydrodistillation. Laboratory procedures were also performed to determine chlorophylls, carotenoids, flavonoids, anthocyanins and total phenolics for fresh samples. The antifungal action of essential oil was evaluated through *in vitro* tests with phytopathogens of the genus *Colletotrichum* (*gloesporioides* and *musae*) to verify the speed and inhibition of mycelial growth. The results of the phytochemical study of

the leaves indicated considerable levels of flavonoids and total phenolics. In vitro tests showed that the essential oil of *M. suaveolens* inhibited and reduced the growth of the two *Colletotrichum* species in all concentrations (100, 250, 500, 1000 $\mu\text{l}\cdot 100\text{ml}^{-1}$), to a greater or lesser extent with greater action in *C. musae* which showed efficiency compared to the commercial fungicide Thiram® at concentrations of 250, 500 and 1000 μLml^{-1} .

Keyword: Biocomposites, Natural products, Fungal inhibition, Phytopathogens

1. Introdução

Os fungos são espécies de seres vivos relevantes tanto do ponto de vista ecológico como econômico, os quais são importantes na decomposição, e estabelecem relações simbióticas com outros organismos, algumas espécies são comestíveis, utilizadas na produção de medicamentos e alimentos, outras parasitam o homem causando doenças graves, enquanto outros grupos causam prejuízos atacando plantas e animais provocando deterioração de frutas e vegetais (SILVA; COELHO, 2006).

Entre os fungos que provocam problemas econômicos, desenvolvendo doenças em plantas, estão os do gênero *Colletotrichum*, Como a espécie *C. gloesporioides* cujo processo infeccioso ocorre na superfície de folhas e frutos na presença de água provocando o aparecimento de manchas devido a presença de apressórios que com o passar do tempo tornam-se castanhos ou cinza escuro, também é considerado um patógeno latente cujo ataque ocorre também no período pós colheita (CARVALHO, 2016; FERRARI, 2011).

Uma outra espécie do gênero *Colletotrichum* é a *C. musae* que ataca comumente a superfície dos frutos e, após a germinação dos conídios formam manchas escuras que evoluem e tomam todo o fruto contendo milhares de esporos e cujo controle depende do conhecimento do seu metabolismo e as condições de temperatura e umidade ideais para o seu desenvolvimento (COUTO, MENESES, 2004; FERRARI, 2011).

Essas espécies são responsáveis por algumas doenças que atacam as plantas como a antracnose que se caracteriza por repetidos ciclos de infecção durante o cultivo que corresponde desde o contato do hospedeiro e o patógeno até a morte do tecido cujos sintomas são manchas necróticas, queima e queda de flores, podridão e queda de frutos, pois atinge a polpa do fruto, seca dos ramos, entre outros alterando a qualidade dos produtos causando prejuízos econômicos (PEREIRA, 2016)

O controle dessas espécies de fungos compreende o manejo correto no pré e pós-colheita com sistema de embalagem adequado, transporte correto e controle no campo, mas que ainda é feito na maior parte do tempo através do uso de produtos químicos, isto vem estimulando a busca de alternativas de menores custos de produção, uma nova consciência ecológica e conceito de sustentabilidade para a agricultura através da minimização do impacto causado pelos agrotóxicos (ARAÚJO *et al*, 2018; OLIVEIRA, 2018; BARBOSA *et al*, 2015).

Uma alternativa ao uso de substâncias industrializadas no controle de fungos pode estar nas plantas medicinais cuja prática e uso é tradicional e histórica, passada de geração a geração, propagada pela cultura popular, e o Brasil é um país rico em diversidade de espécies com potencial medicinal, além de um valioso conhecimento referente as plantas medicinais, porém pouco estudado quanto aos constituintes químicos presentes nessas plantas que conferem a ação medicinal das mesmas (BARROS, OLIVEIRA, ABREU, 2018).

Os compostos químicos que dão às plantas a sua condição medicinal, como os óleos essenciais, são produzidos pelo metabolismo vegetal e estão divididos em dois grupos: os metabólitos primários fundamentais para o desenvolvimento e sobrevivência da planta como a fotossíntese e respiração; e os metabólitos secundários que são sintetizados, armazenados nas plantas e importantes para sobrevivência e competição no ambiente, uma vez que representam a interface entre a planta e o ambiente ressaltando nas interações plantas/microrganismos, planta/inseto e planta/planta (BRANQUINHO, 2015).

O estudo destes compostos se dá através da caracterização química que é a base da fitoquímica que pode se tornar uma forte aliada a conservação das espécies uma vez que as pesquisas realizadas podem contribuir para a obtenção ecologicamente correta de metabólitos secundários de interesse da indústria, valorizando e preservando a biodiversidade (PIMENTEL; ALMEIDA, 2010).

Entre as espécies apontadas com ação medicinal, podemos destacar a *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze conhecida popularmente como bamburral, alfazema brava, entre outros, bastante utilizada na medicina popular que se desenvolve espontaneamente em ambientes naturais e antropizados. (BEZERRA, 2020).

A planta é indicada em levantamentos etnobotânicos para problemas respiratórios, digestivos, odontalgias, gripes e febres e o seu óleo essencial tem forte ação antifúngica (MOREIRA *et al*, 2010; BASILIO *et al*, 2006; BEZERRA *et al*, 2017).

A *M. suaveolens* é conhecida por seu potencial farmacêutico e tóxico, em parte devido aos óleos essenciais que possuem características, odores e sabores próprios, existentes

principalmente nas partes aéreas e armazenados em órgãos secretores, que conferem atividade farmacológica, inseticida e antifúngica devido a presença de alcaloides, flavonoides, taninos, saponinas, terpenos e esteroides. (NGOZI *et al*, 2014; LIMA, CARDOSO, 2007; FERREIRA, 2014).

Entre os componentes químicos presentes no óleo essencial da *M. suaveolens* estão o eucaliptol, cineol, E-cariofileno, cariofileno, β -Cariofileno (19,37%), eugenol e moruleno, os quais possuem ação anti-inflamatória, analgésica, antioxidante, antimicrobiana, acaricida, ação comparável a anticarcinogênica bem como importante ação antifúngica, mas podem ser tóxicos quando em quantidades elevadas (BEZERRA *et al.*, 2017; MOREIRA *et al*, 2010; GONÇALVES, 2015).

A partir destas considerações, a presente pesquisa objetivou-se realizar um estudo fitoquímico da matéria *in natura* (folha) *M. suaveolens*, espécie aromática muito utilizada pela população como planta medicinal, bem como uma avaliação da ação antifúngica do óleo essencial da mesma no combate aos fungos fitopatogênicos *C. gloesporioides* e *C. musae*, podendo tornar-se uma alternativa natural ao combate desses patógenos que trazem prejuízos econômicos diminuindo a qualidade dos produtos e a vida de prateleira dos mesmos.

2. Metodologia

2.1. Local da pesquisa, coleta, herborização e identificação do material botânico

A aquisição de material botânico para extração de óleo e herborização foi realizada através de coletas em ambiente natural no município de Cajazeiras, cidade situada na região oeste do Estado da Paraíba e a 477km de distância da capital, João Pessoa (IBGE, 2017).

As folhas de *M. suaveolens* foram coletadas de forma manual no período da manhã, preferencialmente no intervalo de horário 5h30min às 7h, durante o período chuvoso, higienizadas e acondicionadas sob refrigeração até a realização do processo de extração do óleo, segundo metodologia descrita por Moraes (2010).

Já o material botânico coletado para identificação, contendo folhas e flores, foi prensado e levado à estufa com circulação de ar para secagem à temperatura de 50°C e feita exsicata. A identificação foi realizada pelo taxonomista Francisco Carlos Pinheiro da Costa e o material será enviado ao Herbário Rita Baltazar de Lima do Centro de Saúde e Tecnologia

Rural (CSTR), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), *Campus* de Patos-PB para posterior incorporação e identificação com número de registro.

2.2. *Obtenção e rendimento do óleo essencial da M. suaveolens*

As folhas da *M. suaveolens* coletadas foram higienizadas, selecionadas e levadas ao Laboratório de Química do IFPB Campus de Sousa-PB, para extração por hidrodestilação do óleo essencial utilizando o aparelho de Clevenger. As demais extrações foram realizadas no Laboratório de Química da UFCG, Campus de Cajazeiras-PB.

Durante o processo de hidrodestilação, a biomassa foi cortada em pequenos pedaços com auxílio de tesoura e colocada em um balão com água destilada, o qual foi acoplado ao aparelho de Clevenger sob a manta de aquecimento até atingir a fervura e obtenção do óleo essencial (KOCH *et al*, 2014). Em seguida foi realizado o cálculo de rendimento do óleo essencial obtido com base úmida que, segundo Braga (2002), consiste na razão entre a massa do óleo essencial e a massa da biomassa.

2.3. *Determinação dos compostos bioativos na amostra in natura*

2.4.1. Clorofilas e Carotenoides

Para determinação de Clorofilas e Carotenoides Totais ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) utilizou-se método descrito por Lichthenthaler (1987) e adaptado por Silva (2017) que consistiu em macerar parte da amostra (folhas) juntamente com carbonato de cálcio (CaCO_3) e acetona ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$), em ambiente com pouca luminosidade. A mistura obtida desse processo foi centrifugada e levada ao espectrofotômetro com comprimentos de onda de 470, 646 e 663 nm para leitura de absorbância e realização de cálculo de teores de clorofila e carotenoide totais.

2.4.2. Flavonoides e Antocianinas

A determinação de Flavonoides e Antocianinas ($\text{mg}/100\text{g}$) foi realizada conforme método de Francis (1982) e descrito por Silva (2017) em que uma amostra do material (folhas) foi macerada juntamente com etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)/ácido clorídrico (HCl). O sistema passou por um período de repouso, protegido da luz e, em seguida, foi filtrado e realizadas as

leituras de absorvância em espectrofotômetro onde foram lidas as absorvâncias nos comprimentos de onda de 374nm (para flavonoides) e de 535nm (para antocianinas).

2.4.3 Compostos Fenólicos Totais (mg EAG/100g)

Os compostos fenólicos totais foram determinados nas amostras *in natura* usando o reagente de Folin-Ciocalteu, conforme método descrito por Waterhouse (2006). Para isso foi inicialmente estabelecida a curva padrão de ácido gálico e a equação da reta que foi utilizada para o cálculo dos compostos fenólicos totais presentes nas amostras. Para isto, o mesmo processo utilizado para a determinação da curva padrão foi aplicado substituindo-se a alíquota de ácido gálico pela amostra. O material foi levado para espectrofotômetro utilizando o comprimento de onda de 765nm para a leitura de absorvância. Ao final, os teores de compostos fenólicos totais foram expressos em mg de EAG (equivalentes de ácido gálico) por 100g da amostra.

2.5. Avaliação da ação antimicótica do óleo essencial de M. suaveolens

A avaliação da atividade antifúngica foi realizada *in vitro* utilizando-se cepas 3331 e 3439 dos patógenos *C. gloesporioides* e *C. musae*, respectivamente, material oriundo da coleção de fungos da Professora Maria Menezes da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

O processo de replicação dos fungos *C. gloesporioides* e *C. musae* foi feito em placas de Petri contendo meio de cultura Batata Dextrose Ágar (BDA) previamente autoclavado e mantidas em B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) a temperatura de 25° até o crescimento total das colônias (SOUSA, SERRA, MELO, 2012).

Para avaliação da ação antimicótica do óleo essencial de *M. suaveolens*, o meio de cultura tipo BDA foi preparado em Erlenmeyers (250 ml), autoclavado e, em câmara de fluxo laminar, adicionado os óleo nas concentrações 100µl; 250µl; 500 µl e 1000 µl/100 ml⁻¹, os quais foram vertidos em 20 placas de Petri 80 mm de diâmetro para cada espécie de fungo (cinco para cada concentração).

Foram preparadas também, 10 placas de Petri contendo um fungicida comercial Thiram®, 100µl/100ml sendo 5 placas para cada espécie de fungo estudada e 10 placas controle contendo apenas o meio de cultura para efeito de controle ou parâmetro de crescimento das colônias.

Em cada uma, as placas foram adicionadas microdiscos de micélios ativos dos fungos replicados, medindo (8 mm) retirados das bordas das placas nas quais as espécies foram replicadas e introduzidos, de forma invertida, no centro de cada placa. Todas as placas foram envolvidas em plástico filme e levadas a estufa B.O.D. a uma temperatura de 25°C, para incubação e, após 24 horas, o crescimento micelial foi avaliado diariamente, por meio de medidas do diâmetro das colônias (média de duas medidas perpendiculares entre si, realizadas com régua graduada).

As medições ocorreram num intervalo de 6 (seis) dias para *C. musae* e 9 (nove) dias para *C. gloeosporioides*, até o preenchimento completo das placas controle pelos fungos (SOUZA JUNIOR, SALES, MARTINS, 2009). As medidas foram utilizadas para obter os percentuais de inibição de crescimento micelial (PIC) e o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) (PEREIRA *et al.*, 2002; OLIVEIRA, 1991).

2.6. Análise estatística

Foi utilizado a função *nlsfit* do pacote *easynls* no programa R 4.0.2 para testar o efeito do aumento na dose do óleo essencial sobre os valores de PIC e IVCM calculados com base no crescimento das colônias fúngicas. Aplicaram-se regressões no modelo Platô-Quadrático. Este modelo é adequado a dados de variáveis resposta que exibem um crescimento ou decréscimo quadrático até certo ponto, a partir do qual os valores mantêm-se estacionados mesmo com a elevação dos valores da variável preditora.

Para comparar a eficiência das diferentes concentrações do óleo essencial com a eficiência do fungicida comercial Thiram® foi aplicado o teste de Tukey sobre valores de PIC e IVCM gerados em cada tratamento. Este teste foi realizado no programa SISVAR 5.7. Todas as análises utilizaram como nível de significância o p-valor menor que 0,05.

3. Resultados e discussão

3.1. Rendimento do óleo essencial de *M. suaveolens*

O cálculo foi realizado utilizando a biomassa obtida na primeira coleta durante o primeiro ciclo de extração. Os resultados estão expostos na Tabela 1:

Tabela 1. Rendimento do óleo essencial de *M. suaveolens* obtido em base úmida com matéria *in natura* colhida no período chuvoso

Repetições	$m_{\text{óleo}}$	m_{ff}	$Rd_{\text{bu}}(\%)$
II	0,19g	153,17g	0,12
III	0,20g	152,28g	0,13
IV	0,20g	151,76g	0,13

Fonte: dados da pesquisa (2020)

** m: massa; ff: folha fresca; bu: base úmida

De acordo com o resultado apresentado na Tabela 1, o óleo essencial de *M. suaveolens* obteve um baixo rendimento, mesmo tratando-se de um material coletado nas primeiras horas da manhã para evitar o menor prejuízo possível quanto ao óleo essencial. Isso pode ser atribuído ao fato de serem plantas existentes em ambiente natural as quais estão sujeitas as variações de temperatura, umidade, pluviosidade e nutrição, o que pode influenciar no rendimento do óleo essencial.

Em trabalho realizado por Luz *et al* (2020) onde os autores utilizaram as partes aéreas de *M. suaveolens* colhidas nas primeiras horas da manhã, na estação chuvosa, intermediária e seca, os resultados mostraram que a produção do óleo foi maior no período seco. Segundo os autores, o aumento da radiação solar pode ter favorecido o crescimento foliar e conseqüentemente, a produção do óleo.

O resultado apresentado na Tabela 1 confronta com o obtido por Martins *et al* (2006) em pesquisa realizada com *M. suaveolens* cultivadas, onde ocorre um controle das condições nas plantas estão se desenvolvendo, atingiu um bom rendimento com plantas colhidas com 145 dias chegando a mais de 0,40%. Porém, em procedimentos realizados por Branquinho (2015) com matéria seca de *M. suaveolens* em três temperaturas distintas (35, 45 e 55°) e duas condições de velocidades do ar obteve-se rendimento 0,039 e 0,0692%.

3.2. Quantificação dos compostos bioativos presentes na matéria *in natura* (folhas)

A quantificação de compostos bioativos de *M. suaveolens* obtidos de amostras *in natura* estão representados na Tabela 2:

Tabela 2. Quantificação de compostos bioativos

Compostos bioativos	In natura (mg/100g)
---------------------	---------------------

Clorofila a	6,9859 ± 0,0234
Clorofila b	1,7448 ± 0,4659
Clorofila Total	4,7243 ± 0,0760
Carotenoides	0,0976 ± 0,0125
Flavonoides	121,6997 ± 0,1813
Antocianinas	3,4011 ± 0,2829
Fenólicos totais (mg EAG/100g)	393,8985 ± 74,0195

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, a quantificação dos compostos bioativos presentes nas folhas de *M. suaveolens* mostraram que a clorofila a obteve melhor resultado (6, 9859 mg/100g), e conseqüentemente, a clorofila total (4,7243 mg/100mg). Entretanto, nota-se que os teores de carotenoides foram baixos em relação às clorofilas.

O conhecimento das quantificações de clorofilas em uma planta é importante, uma vez que, a Clorofila a em uma planta está relacionada com a realização da fotoquímica, primeira parte da fotossíntese, e os demais pigmentos, como a clorofila b e carotenoides, tem a função de absorção da luz, transferência da energia radiante e evitar danos oxidativos, processos fundamentais para o desenvolvimento da planta e seu metabolismo celular (STREIT *et al*, 2005).

Esses resultados diferem aos apresentados por Nóbrega *et al* (2020), em pesquisa realizada com *M. suaveolens*, onde os autores obtiveram resultados referentes a teores de CLa, CLb e CLT em massa seca de folhas, sendo 0,88, 0,88 e 0,89 mg/100g respectivamente, que podem estar associada a um teor de sais elevado ao qual as plantas foram submetidas que pode reduzir o acúmulo de biomassa e, conseqüentemente, os níveis de clorofila, segundo os autores.

Em pesquisa realizada com *Hyptis fruticosa* (alecrim de tabuleiro), o teor de carotenoides foi em média de 0,884 mg/100g de massa seca, em um período de 5 a 13 dias, e a amostra foi submetida a uma redução de disponibilidade hídrica (COSTA, 2016). O resultado foi superior ao apresentado na Tabela 3 cujo teor de carotenoide foi 0,0976 mg/100g.

Os teores encontrados no presente trabalho para flavonoides expressos na Tabela 2 são consideráveis sendo, 121,6997 mg/100g. Esse resultado é relevante uma vez que, a presença de flavonoides em uma planta indica que a espécie pode apresentar grande potencial

antioxidante e antifúngico, uma vez que os flavonoides atuam como modificadores de respostas biológicas (COSTA, 2016; FLAMBÓ, 2013).

Os resultados divergem de estudo realizado por Povh *et al* (2012) com as partes aéreas de *M. suaveolens* obtidas no cerrado brasileiro obtendo teores de flavonoides de 1,00 mg/100g. Já a pesquisa realizada com extratos de folhas de *Hyptis pectina*, alfazema de caboclo, mostrou um teor de flavonoides de 187,95 mg/100g (CARVALHO, 2019), mais próximo do valor apresentado na Tabela 3.

Em relação às antocianinas, os resultados obtidos com as folhas da *M. suaveolens*, foi de 3,4011 mg/100g. Em comparação à pesquisa elaborada com extratos alcóolicos de folhas de bata-doce (*Ipomea batatas*), esta, apresentou teores de antocianinas elevados, sendo 30,3 mg/100g para batata-doce branca e 33,5 mg/100g para batata-doce amarela, bem superiores ao apresentado na Tabela 3 (JOSÉ *te al*, 2015).

Já na pesquisa realizada com *Cymbopogon citratus* por Pereira e Silva (2019) apresentou teores de 15,85 mg/100g na amostra *in natura* maior que o apresentado pela *M. suaveolens*, 3,4011 mg/100g (Tabela 3), segundo os autores a presença desse composto pode contribuir para atividades bioativas. Isso deve-se ao fato de que as antocianinas pertencem ao grupo dos flavonoides e são responsáveis pela diversidade de coloração de frutos, folhas e flores além de evitar a oxidação da clorofila evitando a produção de radicais livres, o que lhe confere ação antioxidante (PALIOTO *et al*, 2015).

No que se refere aos fenólicos totais, a Tabela 3 comprova que as folhas de *M. suaveolens* apresenta um teor elevado destes compostos, 393,8985 mg/100g, superior aos apresentados por Povh *et al* (2012) com a mesma espécie (*M. suaveolens*) e colhida em ambiente natural sendo o teor de fenólicos totais 27,84 mg/100g. A presença de fenólicos em *M. suaveolens* nos extratos etanólicos de folhas, caule, raízes e sementes foi confirmada por Menezes Filho e Castro (2019).

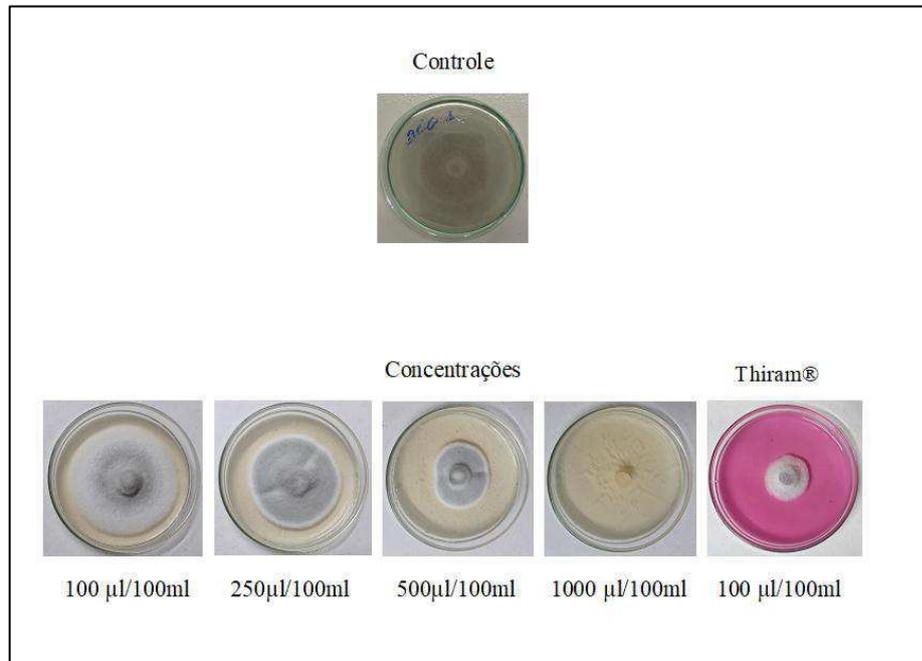
A diferença entre esses valores dos compostos bioativos obtidos nas diferentes pesquisas podem estar relacionados a vários fatores que influenciam a produção dos metabólitos secundários como luminosidade, temperatura, pluviosidade, estado nutricional e sazonalidade, entre outros (MARTINS, 2012).

3.3. Análise da ação *in vitro* do óleo essencial de *M. suaveolens*

A análise *in vitro* da ação antifúngica do óleo de *M. suaveolens* está representado nas Figuras 2 e 3 que mostram o registro fotográfico referente ao desenvolvimento micelial das espécies estudadas nas diferentes concentrações e no meio contendo o fungicida comercial. Sendo

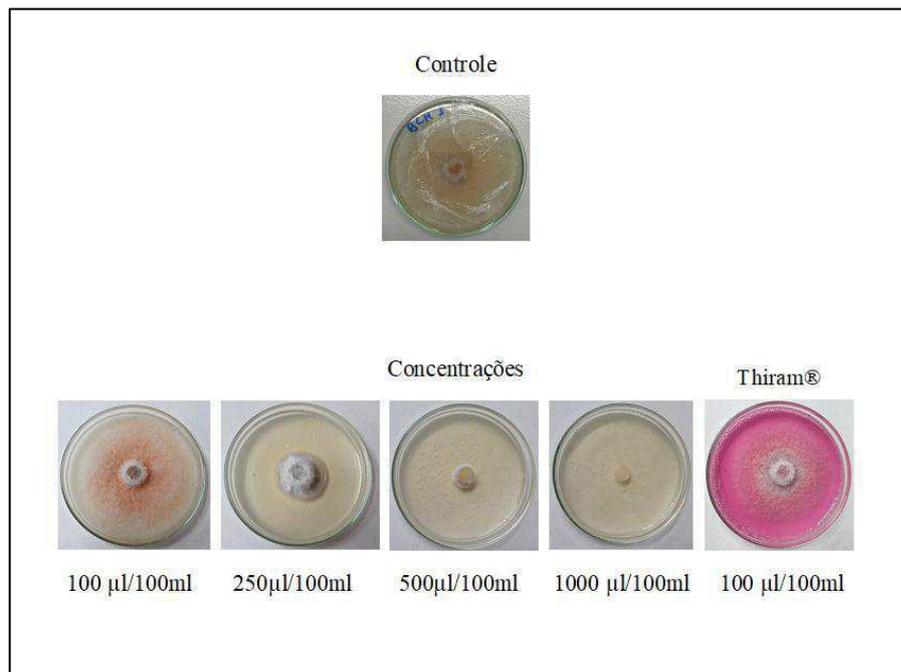
que os valores expressos em porcentagem correspondem as concentrações do óleo no meio BDA (100, 250, 500, 1000 μ L.100 mL/100).

Figura 2. Crescimento micelial de *C. gloeosporioides*



Fonte: Autor (2021)

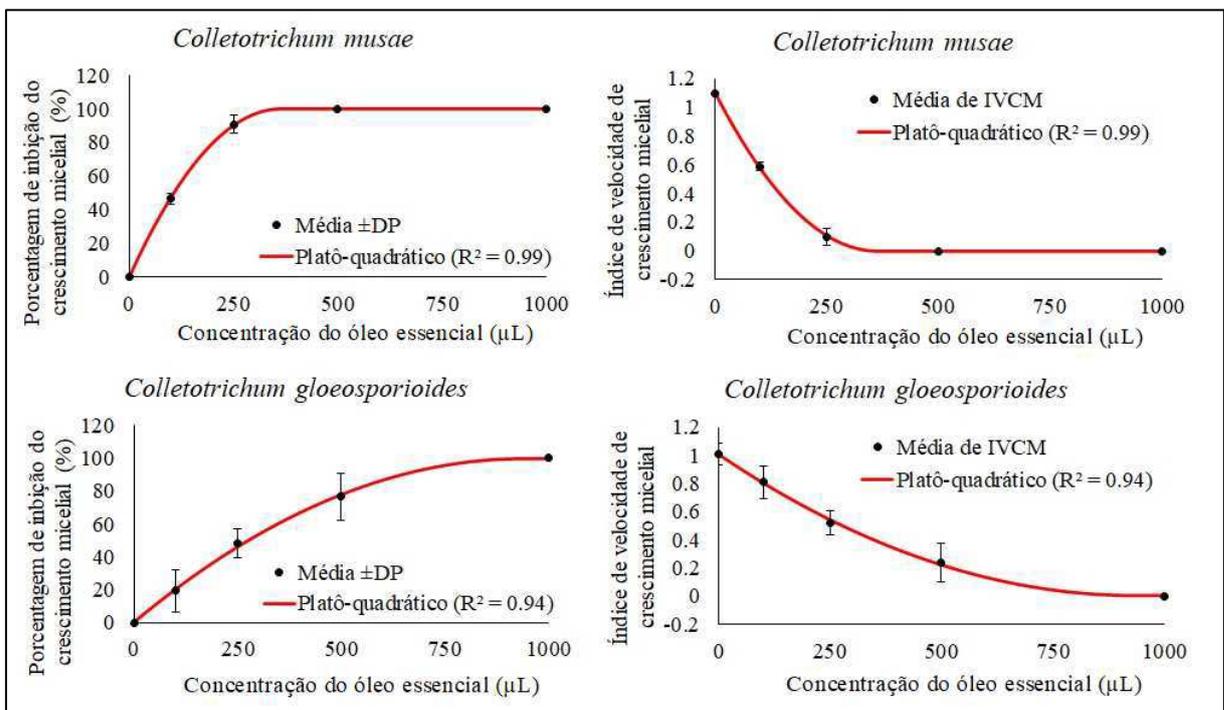
Figura 3. Crescimento micelial de *C. musae*



Fonte: Autor (2021)

No que se refere a influência da concentração do óleo essencial com relação ao Potencial de Inibição do Crescimento Micelial (PIC) e Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM) o resultado está representado na Tabela 4.

Figura 4. Efeito da concentração do óleo essencial sobre o PIC e IVCM das colônias de *C. musae* e *C. gloeosporioides*



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Em relação ao crescimento micelial e o índice de velocidade de crescimento, a Figura 4 foi possível observar que o óleo essencial de *M. suaveolens* foi capaz de inibir e reduzir a velocidade de crescimento tanto das colônias de *C. musae* quanto *C. gloeosporioides*, em todas as concentrações ($R^2 > 0.90$; $p < 0.05$). O efeito foi tipo concentração-dependente, aumentando com o incremento na concentração, até um limite específico para cada espécie de fungo.

Para o *C. musae* o efeito foi maior obtendo valores superiores a 90% de inibição nas concentrações 250, 500 e 1000 μL , enquanto o efeito mais efetivo em relação ao *C. gloeosporioides* foi relacionado a concentração de 1000 μL . As concentrações mínimas para obtenção de 100% de inibição sugeridas pelo modelo Platô-Quadrático foram aproximadamente 364.4 μL para *C. musae* e 940.1 μL para *C. gloeosporioides*.

Essa ação antifúngica do óleo essencial, no caso da pesquisa da *M. suaveolens*, pode estar relacionada aos seus constituintes químicos porém, a complexidade dessa composição química que pode variar de acordo com a espécie estudada, não pode ser atribuída a uma substância específica, uma vez que o sinergismos entre essas substâncias e não apenas a ação isolada, pode ser o responsável pela ação antifúngicas dos óleos essenciais (SANTOS *et al*, 2011).

A presença de fenólicos totais em *M. suaveolens* (393,8985 mg/100g) e flavonoides (121,6997 mg/100g) (Tabela 2) pode está relacionada com a ação antifúngica apresentada pelo óleo essencial uma vez que, segundo Bierhales *et al* (2009) e Almeida (2017) há indícios que, os fenólicos totais e flavonoides tenham ação antifúngica podendo causar danos estruturais e funcionais nos fungos, cujo mecanismo de ação pode está relacionado a inativação enzimática destes microrganismos.

O uso de óleos essenciais deve ser realizado seguindo alguns critérios como o cuidado referente a dosagem e concentração uma vez que segundo Simões (2010) os óleos puros geralmente apresentam toxicidade elevada recomendando o uso dos mesmos em pequenas concentrações, sendo necessário também o cuidado com relação a procedência de vegetais para evitar problemas quanto a contaminação.

Em pesquisa realizada por Souza *et al* (2016), o óleo essencial de *M. suaveolens* só obteve resultado de 100% de inibição do crescimento micelial para *C. gloeosporioides*, em concentrações mais elevadas de 1000 e 1500 μL em consonância com os resultados obtidos no presente trabalho. Estudo realizado por Moura *et al* (2017) com óleo essencial de laranja doce (*Citrus vulgaris*) e limão siciliano (*Citrus limon*) no controle de *C. gloeosporioides* e *C.*

musae, a inibição total ocorreu nas concentrações de 1 e 2% correspondente a 100 e 200 μL , um efeito de inibição maior que o apresentado na Figura 4.

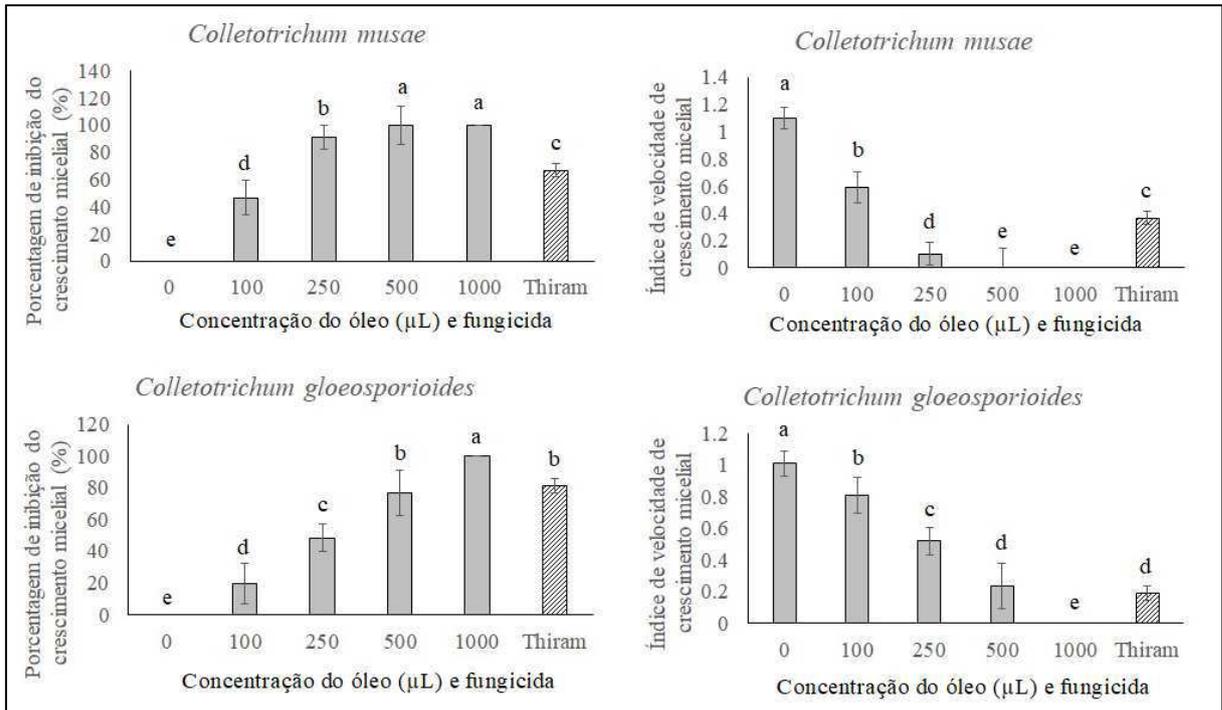
Trabalho abordando o uso de óleos essenciais, no controle de *C. musae*, aponta resultados satisfatórios quanto à inibição do crescimento micelial realizado com óleo de folhas de pinhão bravo (*Jatropha molíssima* (Pohl) Bail.) o qual inibiu o crescimento micelial do fungo com valores percentuais superiores a 90% (COSTA *et al*, 2019) semelhantes ao apresentado pelo óleo da *M. suaveolens* conforme apresentado na Figura 4.

Os dados apresentados na Figura 5 acerca do óleo essencial nas concentrações de 250, 500 e 1000 μL apresentaram porcentagens de inibição sobre o crescimento de *C. musae* significativamente maiores que o fungicida Thiram® (90,9, 100, 100 e 66,8%, respectivamente) (Figura 5A). As mesmas concentrações geraram, conseqüentemente, índices de crescimento micelial significativamente menores que o Thiram® (0,10, 0, 0 e 0,35 cm dia^{-1} , respectivamente) (Figura 5B).

Porém, em relação ao óleo essencial na concentração de 1000 μL , este apresentou porcentagem de inibição sobre o crescimento de *C. gloeosporioides* significativamente maior que o fungicida Thiram® (100 e 81,2%, respectivamente) (Figura 5C). A mesma concentração obteve índice de crescimento micelial significativamente menor que o Thiram® (0 e 0,19 cm dia^{-1} , respectivamente) (Figura 5D).

As duas variáveis analisadas na Figura 5 (inibição de crescimento e velocidade de crescimento micelial) são inversamente proporcionais, ou seja, quanto maior for o percentual de inibição de crescimento menor será a velocidade de crescimento micelial.

Figura 5. Comparação entre as doses do óleo essencial (barras cinza) e o fungicida comercial Thiram® (barras com listras diagonais)



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

*As letras sobre as barras representam o resultado dos testes de Tukey. Letras diferentes representam médias significativamente diferentes entre si ($p < 0.05$)

O óleo de *M. suaveolens*, quanto ao fungo *C. musae* nas concentrações de 500 e 1000 µL, mostrou resultado superior ao Thiram® e, em relação ao *C. gloeosporioides*, o óleo de *M. suaveolens* apresentou resultado igual ou superior ao fungicida a partir das concentrações de 500 e 1000 µL.

França (2019) em seu estudo com o óleo essencial de alecrim do mato (*Lippia gracilis* Schauer), este apresentou eficiência quanto a inibição do crescimento micelial de *C. gloeosporioides* e *C. musae* nas concentrações de 250, 500, 1000 e 2000 µL, e a partir da concentração de 250 µL obteve resultado semelhante ao fungicida Thiram® compatível aos resultados com o óleo de *M. suaveolens* em relação ao *C. musae* como mostra a Figura 5.

Com relação ao Thiram utilizado na presente pesquisa, este é um fungicida utilizado no período de colheita, armazenamento e transporte dos produtos pulverizados, classificado como de risco II, podendo ser tóxico (BANDEIRA *et al*, 2019). Porém Rodrigues (2006) afirma que o Thiram não apresenta fitotoxicidade quando aplicado segundo orientação do fabricante.

Porém, segundo Sarmiento-Brum *et al* (2014), a aplicação de fungicidas sintéticos é uma das principais alternativas como controle químico diante das perdas na produção e queda da rentabilidade econômica provocada pelo ataque de fungos fitopatogênicos, mas o uso contínuo destes produtos pode provocar o surgimento de espécies resistentes e doenças ainda mais severas.

Os óleos essenciais, cujos constituintes poderão atuar como fungicidas, podem tornar-se alternativa ao uso de produtos sintéticos no controle de fungos, cuja eficácia depende da concentração utilizada e de substâncias presentes em sua constituição química que podem ultrapassar 300 constituintes químicos diferentes, e isto possibilitará que os óleos possam ser utilizados em diversas áreas, entre elas a agricultura (MAIA *et al*, 2015).

4. Considerações finais

Em condições *in vitro* o óleo essencial de *M. suaveolens* é eficiente no controle de *C. musae*, com efeito superior ao obtido com o fungicida comercial Thiram®, e inibição total do crescimento micelial nas concentrações de 500 e 1000 µL. Em relação a espécie *C. gloeosporioides*, o óleo é 100% eficiente em concentração mais elevada, 1000 µL no controle do fungo como também em comparação ao Thiram®.

Os resultados acima mostram-se satisfatórios, uma vez que óleos essenciais são substâncias naturais que não agredem ao meio ambiente e nem são uma ameaça à saúde dos consumidores e poderão tornar-se uma alternativa ao uso de fungicidas comerciais sugerindo a realização de estudos mais específicos que possibilitem a identificação de seus compostos químicos e sua possível toxicidade para compreensão do mecanismo de controle com reação as espécies estudadas ou outros fitopatógenos que afetam economicamente a produção e comercialização de produtos agrícolas, tanto no campo como no período de pós-colheita.

Assim, os resultados obtidos nas diferentes etapas da pesquisa tornaram-se relevantes diante da popularização de recursos naturais para tratamento e prevenção de doenças que afetam as plantas, além de explicitar o pouco estudo existente em relação ao óleo essencial de *M. suaveolens* para esta finalidade, uma vez que se trata de uma espécie vegetal bastante popular, de uso medicinal e facilmente, encontrada, principalmente, no período chuvoso.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. P. dos S. B. de. **Atividade antifúngica *in vitro* de extrato da própolis vermelha de Alagoas em *Candida* spp. isoladas de pacientes com candidíase vulvovaginal.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal de Alagoas, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/7315>. Acesso em: 02 maio 2021.

ARAÚJO, A. C. de; TOLEDO, E. D.; SOARES, W, R.de O. Produtos alternativos no controle de *Colletotrichum spp.* Isolados de manga e banana. **Multidisciplinary Journal**, v. 5, n. 3, p. 104-112, 2018. Disponível em: <http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/cientifica/article/view/3223>. Acesso em 12 jan. 2021.

BANDEIRA, N. de. S. *et al.* Detecção do fungicida Thiran por meio da ativação eletroquímica de eletrodos impresso de carbono. **Acta Iguazu**. v.8, n.5, p. 1-12, 2019. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/23786>. Acesso em: 03 maio 2021.

BARBOSA, M. S.; VIEIRA, G. H. C.; TEIXEIRA, A. V. Atividade biológica *in vitro* de própolis e óleos essenciais sobre o fungo *Colletotrichum musae* isolado de bananeira (*Musa ssp.*). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 2, p. 254-261, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722015000200254. Acesso em: 15 jan. 2021.

BARROS, M. de S.; OLIVEIRA, Y. R.; ABREU, M. C. de. Conhecimento e uso de plantas medicinais pela comunidade de Cipaúba em Pícus-PI. **Gaia Scientia**, v. 12, n. 1, p. 245-258, 2018. Disponível em: <file:///D:/Downloads/33348-Texto%20do%20artigo-93430-1-10-20180414.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2021.

BASÍLIO, I. J. L. D. *et al.* Estudo farmacobotânico comparativo das folhas de *Hyptis pectinata* (L.) Poit. e *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. (Lamiaceae). **Acta Farm. Bonaerense**, Buenos Aires, v. 25, n. 4, p. 518-525, 2006. Disponível em: http://www.latamjpharm.org/trabajos/25/4/LAJOP_25_4_1_6_TH8V4C8284.pdf. Acesso em: 24 set. 2018.

BEZERRA, J. W. *et al.* Composição química e efeito alelopático do óleo essencial de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze (Lamiaceae) frente as sementes de *Pilosocereus gounellei* (F. A. C. Weber) Byles & Rowley (Cactaceae). *In: REUNIÃO REGIONAL DA SBPC, 2017, Crato. Anais [...]. Crato: URCA, 2017.* Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/cariri/resumos/1567.pdf>. Acesso em: 02 out. 2018.

BEZERRA, J. W. **Efeito alelopático de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze (Lamiaceae) em espécies de Cactaceae.** 2020. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/38323?mode=full>. Acesso em: 15 jan. 2021.

BIERHALES, V. da S. *et al.* Compostos fenólicos totais, atividade antioxidante e antifúngica de multimisturas enriquecidas com microalgas *Spirulina platensis*. **Revista Instituto Adolf Lutz**. v.68, n. 1, p. 42-48, 2009. Disponível em: <http://www.repositorio.furg.br/handle/1/1823>. Acesso em: 02 abr. 2021.

BRAGA, N. de, P. **Influência da secagem no rendimento e na composição do óleo essencial das folhas de *Eucalyptus citriodora*.** 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas, 2002. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/267688/1/Braga_NazarenodePina_M.pdf. Acesso em: 15 jan. 2021.

BRANQUINHO, N. A. de A. **Avaliação de teor e composição química dos óleos essenciais de três espécies de *Hyptis*, submetidas a diferentes velocidades e temperaturas de secagem.** 2015 Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/53>. Acesso em: 15 jan. 2021.

CARVALHO, B. M. **Infecção de *Colletotrichum gloeosporioides* em folhas de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims).** 2016. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes. 2016. Disponível em: https://uenf.br/posgraduacao/producao-vegetal/wp-content/uploads/sites/10/2016/06/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Beatriz-Carvalho-2016_com-ficha.pdf. Acesso em: 14 jan. 2021.

CARVALHO, T, F. de. **Avaliação da atividade antioxidante *in vitro* do extrato seco de *Hyptis pectinata* (L.) Poit.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Grau de Bacharel em Farmácia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/12261>. Acesso em: 15 jan. 2021.

COSTA, F. M. *et al.* Óleo fixo de pinhão bravo no controle *in vitro* de *Colletotrichum musae*. **Revista verde**, v. 14, n. 2, p.181-187, 2019. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/6119>. Acesso em: 10 mar. 2021.

COSTA, M. M. **Triagem fitoquímica e avaliação da atividade antioxidante da espécie *Hyptis pectinata*.** 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/18635>. Acesso em: 15 jan. 2021.

COUTO, E. F.; MENEZES, M. Caracterização fisiomorfológica de isolados de *Colletotrichum musae*. **Fitopatologia Brasileira**, jul-ago, 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010041582004000400008&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 14 jan. 2021.

FERREIRA, A. R. A. **Usos de óleos essenciais como agentes terapêuticos.** 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa, Porto. 2014. Disponível em: https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/4513/1/PPG_21290.pdf. Acesso em: 10 out. 2018.

FERRARI, J. T. *et al.* **Antracnose associada às fruteiras.** Artigo em Hypertexto, 2011. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2011_4/antracnose/index.htm. Acesso em: 29 jan 2021.

FLAMBÓ, D. F. A. L. P. **Atividade biológica dos flavonoides: atividade antimicrobiana.** 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2013. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/301334992.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

FRANÇA, K, R, da S. **Potencial fungitóxico do óleo essencial de *Lippia gracillis* (Schauer) *In vitro* sobre fitopatogênicos.** 2019. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal. 2019. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/4944>. Acesso em: 12 de mar. 2021.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins in foods. *In*: MARKAKIS, P. **Anthocyanins as Food Colors**. New York, Academic Press, p. 181-207. 1982. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000145&pid=S0101-2061201000010003500012&lng=pt. Acesso em: 20 out. 2018.

GONÇALVES, J. M. **Atividades biológica e composição química de óleos essenciais de *Achyrocline satureoides* (Lam) DC. e *Ageratum conyzoides* L.** 2015. **encontradas no semiárido baiano**. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. 2015. Disponível em: <http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/283>. Acesso em: 10 out. 2018.

IBGE. **Panorama do Município de Cajazeiras**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 28 set. 2018.

JOSÉ, A. E. *et al.* Avaliação do efeito antibacteriano de extrato de folhas de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) frente a bactérias de interesse em alimentos e correlação com os compostos fenólicos. **Revista Ceres**. v. 62, n. 5, p. 421-429, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2015000500421. Acesso em: 29 mar. 2021.

KOCH, D.; LEITZEK, M.; MONZANI, R. N. **Extração de óleos essenciais por meio de hidrodestilação para controle de fitopatógenos**. 2014. Disponível em: eventos.ifc.edu.br/wp-content/uploads/sites/5/2014/09/CAA-13.pdf. Acesso em: 26 jul. 2018.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigment photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, New York, v.148, p.362-385, 1987. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0076687987480361>. Acesso em: 10 out. 2018.

LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G. Família Lamiaceae: importantes óleos essenciais com ação biológica e antioxidante. **Revista Fitos**, v.3, n.3, p. 14-24, 2007. Disponível em: <http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/78>. Acesso em: 23 out. 2018.

LUZ, T. R. S. A. *at al.* Seasonal variations in the chemical composition and biological activit of the essential *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze. **Industrial Crops & Products**. v. 153, n. 112600, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669020305161>. Acesso em: 10 mar. 2021.

MAIA, T. F. *et al.* Atividade antifúngica de óleos essenciais de plantas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.17, n.1, p. 105-116, 2015. Disponível em: <http://deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev171/Art17111.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2021.

MARTINS, F. M. de M. **Estudo da influência de fatores ambientais na composição química e atividade biológica de *Xylopiya sericea* St. Hill**. 2012. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropicla) – Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br/handle/10/5209>. Acesso em: 20 mar. 2021.

MARTINS, T. F.; SANTOS, M. H. dos.; POLO, M. Variação química do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., Sob condições de cultivo. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1203-1209, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422006000600011&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 14 jan. 2021.

MENEZES FILHO, A. C. P. de.; CASTRO, C. F. de. S. Análise fitoquímica dos extratos etanólicos de *Euphorbia splendens* (Borjer ex. Hooke) e *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. **Ensaio e Ciência**, v. 23, n. 2, p. 98-103, 2019. Disponível em: <https://revista.pgskroton.com/index.php/ensaioeciencia/article/view/6482>. Acesso em: 15 jan. 2021.

MORAES, L. A. S. de. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.27, n.2, p. S4051-S4063, 2010. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_3/P_4_Palestra_Resumo_Lilia_Ap.pdf. Acesso em: 10 out. 2019.

MOREIRA, A. C. P. *et al.* Chemical composition and antifungal activity of *Hyptis suaveolens* (L.) Point essential oil against *Aspegillus* species. **Brasilian Journal of Microbiology**, v. 41, p. 28-33, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bjm/v41n1/v41n1a06.pdf>. Acesso em: 18 out. 2018.

MOURA, G. S. *et al.* Efeito do óleo essencial de *Citrus* ssp. no controle pós-colheita da antarcnose em banana e pimentão. **Revista Cultivando o Saber**, v.10, n.2, p. 354-369, 2017. Disponível em: https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/5a3002fb6f5db.pdf. Acesso em: 09 mar. 2021.

NGOZI, L. U. *et al.* The Efficacy of Hyptis Suaveolens: A Review of Its Nutritional and Medicinal Applications. **European Journal of Medicinal Plants**, v. 4, n. 6, p. 661-674, 2014. Disponível em: <http://www.sciencedomain.org/abstract/3771>. Acesso em: 03 out. 2018.

NOBREGA, J. S. *et al.* Acúmulo de biomassa e pigmentos em plantas de *Mesosphaerum suaveolens* (l.) Kuntz sob stresse salino e doses de ácido salicílico. **Research, Society and Development**, V.9, n.5, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3286>. Acesso em: 13 jan. 2021.

OLIVEIRA, D. L. de. **Microfungos da Amazônia meridional:** efeito no desenvolvimento de *Colletotrichum musae* e indução de fitoalexinas. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Grau em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2018. Disponível em: <https://bdm.ufmt.br/handle/1/947?mode=simple>. Acesso em: 15 jan. 2021.

OLIVEIRA, J. A. **Efeito do tratamento fungicida em sementes no controle de tombamento de plântulas de pepino (*Cucu-mis sativas* L.) e pimentão (*Capsicum annanum* L.).** 1991. 111f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Escola Superior de Agricultura de Lavras. Lavras-MG, 1991. Disponível em: <repositorio.ufla.br/handle/1/33483>. Acesso em: 11 nov. 2018.

PALITO, G. F. *et al.* Composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Morinda citrifolia* (Linn) (noni) cultivados no Pará. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. v.17, n.1, p. 59-66, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722015000100059. Acesso em: 03 maio 2021.

PEREIRA, F. D. **Caracterização morfo-cultural e molecular de isolados de *Colletotrichum* spp. Provenientes de diferentes frutas tropicais**. 2016. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/136283>. Acesso em: 15 jan. 2021.

PEREIRA, I. M.; SILVA, E. V. **Determinação de compostos bioativos e atividade antifúngica de extratos de capim santo obtidos por diferentes solventes**. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 16. Universidade Federal de Campina Grande, 2019.

PEREIRA, L. A. A. *et al.* Fungitoxicidade *in vitro* de iprodione sobre o crescimento micelial de fungos que se associam a sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 67-70, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v24n1/v24n1a10.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2018.

PIMENTEL, F. A.; ALMEIDA, M. F. L. de. **Química Verde no Brasil: 2010-2030**. Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Livro_Quimica_Verde_9560.pdf. Acesso em: 04 maio 2021.

POVH, D. J. A. *et al.* Teor de fenóis totais e flavonoides em quatro espécies do gênero *Hyptis* Jacq. ocorrentes no serrado *stricto sensu*. **Brasilian Geographical Journal**, v. 3, n. 2, p. 520-528, 2012. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/braziliangeojournal/article/view/19762>. Acesso em: 15 jan. 2021.

RODRIGUES, M. A. T. **Classificação de fungicidas de acordo com o mecanismo de ação proposto pelo FRAC**. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade estadual Paulista, 2006. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/97224>. Acesso em: 03 maio 2021.

SANTOS, E. R. dos. *et al.* Crescimento e teores de pigmentos foliares em feijão-caupi cultivado sob dois ambientes de luminosidade. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 14-19, 2011. Disponível em: <file:///D:/Downloads/1619-Artigo%20de%20submiss%C3%A3o-7121-1-10-20110914.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2021.

SARMENTO-BRUM, R. B. C. *et al.* Efeito de óleos vegetais na inibição de crescimento micelial de fungos fitopatogênicos. **Journal of Biotchnology Biodiversity**. v.5, n. 1, p. 63-70, 2014. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/JBB/article/view/732/411>. Acesso em: 10 mar. 2021.

SILVA, E. V. **Potencialidades da pimenta biquinho (*Capsicum chinense*) como aditivo natural**. 2017. Doutorado (Tese de Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Química,

Universidade Federal da Paraíba. 2017. Disponível em:

<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/9164>. Acesso em: 18 out. 2018.

SILVA, R. R. da; COELHO, G. D. **Fungos principais grupos e aplicações tecnológicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. Disponível em:

<https://www.passeidireto.com/arquivo/35097378/fungos-principais-grupos-e-aplicacoes-tecnologicas>. Acesso em: 14 jan. 2021.

SOUSA, R. M. S; SERRA, I. M. R. S.; MELO, T. A. Efeito de óleos essenciais como alternativa no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, em pimenta. **Summa**

Phytopathol., Botucatu, v. 38, n. 1, p. 42-47, 2012. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/sp/v38n1/v38n1a07.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2021.

SOUZA, D. L. S. *et al.* Atividade fungicida do óleo de *Lippia gracillisi* e *Hyptis suaveolens* sobre o desenvolvimento de fungos fitopatogênicos. CONIDIS. **Anais**. Campina Grande, 2016.

Disponível em: <https://editorarealize.com.br/edicao/detalhes/anais-i-conidis?page=76>. Acesso em: 09 mar. 2021.

SOUZA JÚNIOR, I. T.; SALES, N. L. P.; MARTINS, E. R. Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, isolado do maracujazeiro amarelo. **Revista Biotemas**, v. 22, n. 3, set. 2009. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/viewFile/19529/17918>. Acesso em: 15 jan. 2021.

STREIT, N. M. *et al.* As clorofilas. **Revista Rural**. v.35, n.3, p. 748-755, 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782005000300043.

Acesso em: 03 maio 2021.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, USA, p.3-5, 2006. Disponível em:

<<http://waterhouse.ucdavis.edu/faqs/folin-ciocalteau-micro-method-for-total-phenol-in-wine>>. Acesso em: 04 jul. 2018.

REFERÊNCIAS

Observação: as referências bibliográficas apresentadas abaixo correspondem as citadas no trabalho de pesquisa completo.

ALMEIDA, G. P. dos S. B. de. **Atividade antifúngica *in vitro* de extrato da própolis vermelha de Alagoas em *Candida* spp. isoladas de pacientes com candidíase vulvovaginal**. 2017.

Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal de Alagoas, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/7315>. Acesso em: 02 maio 2021.

ALVES, J. J. L.; RESENDE, O.; OLIVEIRA, D. E. D de.; BRANQUINHO, N. A. de. A. Cinética de secagem de folhas de *Hyptis suaveolens*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.19, n.2, p. 168-176, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326683963_Cinetica_de_secagem_das_folhas_de_Hyptis_suaveolens. Acesso em: 20 out. 2018.

ARAÚJO, A. C. de; TOLEDO, E. D.; SOARES, W, R.de O. Produtos alternativos no controle de *Colletotrichum spp.* Isolados de manga e banana. **Multidisciplinary Journal**, v. 5, n. 3, p. 104-112, 2018. Disponível em: <http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/cientifica/article/view/3223>. Acesso em 12 jan. 2021.

ARAÚJO, G. R.; *et al.* Método de extração de compostos de Plantas Mediciniais. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO, 5., 2015, Palmas. **Anais [...]**. Palmas: IFTO, 2015. Disponível em: propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/jice/6jice/paper/view/7151/3430. Acesso em: 25 jul. 2018.

ARMESTRO, C. **Variabilidade biológica e molecular de *Colletotrichum gloeosporioides* em cafeeiros**. 2013. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/1332>. Acesso em: 13 jan. 2021.

ARZAVE, V. C. *et al.* Gastroprotection os Suavelol, isolated from *Hyptis suaveolens*, against Ethanol – introduced gastric lesions in wistar rats: role of prostaglandins, nitric oxide and sulfhydryls. **Moleculares**. v. 17, p. 8817-8927, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22836211>. Acesso em: 20 out. 2018.

AZEVEDO, S. G. **Caracterização química e atividades biológicas dos óleos essenciais das folhas de *Eugenia spp.* (Myrtaceae) ocorrentes na Amazônia de terra firma**. 2014. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 2014. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/5262>. Acesso em: 10 out. 2018

BANDEIRA, N. de. S. *et al.* Detecção do fungicida Thiran por meio da ativação eletroquímica de eletrodos impresso de carbono. **Acta Iguazu**. v.8, n.5, p. 1-12, 2019. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/23786>. Acesso em: 03 maio 2021.

BARBOSA, M. S.; VIEIRA, G. H. C.; TEIXEIRA, A. V. Atividade biológica *in vitro* de própolis e óleos essenciais sobre o fungo *Colletotrichum musae* isolado de bananeira (*Musa ssp.*). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 2, p. 254-261, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722015000200254. Acesso em: 15 jan. 2021.

BARROS, M. de S.; OLIVEIRA, Y. R.; ABREU, M. C. de. Conhecimento e uso de plantas medicinais pela comunidade de Cipaúba em Pícus-PI. **Gaia Scientia**, v. 12, n. 1, p. 245-258, 2018. Disponível em: <file:///D:/Downloads/33348-Texto%20do%20artigo-93430-1-10-20180414.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2021.

BASÍLIO, I. J. L. D. *et al.* Estudo farmacobotânico comparativo das folhas de *Hyptis pectinata* (L.) Poit. e *Hyptis suaveolens* (L.) Point. (Lamiaceae). **Acta Farm. Bonaerense**, Buenos Aires, v. 25, n. 4, p. 518-525, 2006. Disponível em: http://www.latamjpharm.org/trabajos/25/4/LAJOP_25_4_1_6_TH8V4C8284.pdf. Acesso em: 24 set. 2018.

BIERHALES, V. da S. *et al.* Compostos fenólicos totais, atividade antioxidante e antifúngica de multimisturas enriquecidas com microalgas *Spirulina platensis*. **Revista Instituto Adolf Lutz**. v.68, n. 1, p. 42-48, 2009. Disponível em: <http://www.repositorio.furg.br/handle/1/1823>. Acesso em: 02 maio 2021.

BEZERRA, J. W. *et al.* Composição química e efeito alelopático do óleo essencial de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze (Lamiaceae) frente as sementes de *Pilosocereus gounellei* (F. A. C. Weber) Byles & Rowley (Cactaceae). In: REUNIÃO REGIONAL DA SBPC, 2017, Crato. **Anais [...]**. Crato: URCA, 2017. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/cariri/resumos/1567.pdf>. Acesso em: 02 out. 2018.

BEZERRA, J. W. **Efeito alelopático de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze (Lamiaceae) em espécies de Cactaceae**. 2020. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/38323?mode=full>. Acesso em: 15 jan. 2021.

BOTREL, P. P. *et al.* Teor e composição química do óleo essencial de *Hyptis murrubioides* Epl., Lamiaceae em função da sazonalidade. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 32, n. 3, p. 533-538, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-86212010000300022. Acesso em: 14 mar. 2021.

BRAGA, N. de, P. **Influência da secagem no rendimento e na composição do óleo essencial das folhas de *Eucalyptus citriodora***. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas, 2002. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/267688/1/Braga_NazarenodePina_M.pdf. Acesso em: 15 jan. 2021.

BRANQUINHO, N. A. de A. **Avaliação de teor e composição química dos óleos essenciais de três espécies de *Hyptis*, submetidas a diferentes velocidades e temperaturas de secagem**. 2015 Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/53>. Acesso em: 15 jan. 2021.

CAROLLO, E. M.; SANTOS FILHO, H. P. **Manual básico de técnicas fitopatológicas**. Cruz das Almas, Embrapa, 109 p. 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/148757/1/Cartilha-ManualFito-215-14-Hermes.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.

CARVALHO, B. M. **Infecção de *Colletotrichum gloeosporioides* em folhas de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims)**. 2016. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes. 2016. Disponível em: <https://uenf.br/posgraduacao/producao-vegetal/wp->

content/uploads/sites/10/2016/06/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Beatriz-Carvalho-2016_com-ficha.pdf. Acesso em: 21 jan. 2021.

CARVALHO, T. F. de. **Avaliação da atividade antioxidante *in vitro*** do extrato seco de *Hyptis pectinata* (L.) Poit. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Grau de Bacharel em Farmácia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/12261>. Acesso em: 15 jan. 2021.

CARVALHO, W. R. S. de. **Estudo *in vitro* dos potenciais antioxidante, antimicrobiano e anti-HIV de extratos de *Hyptis lacustris* A. St. – Hill. ex Benth. (Lamiaceae)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade São Paulo, São Paulo. 2017. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41132/tde-22012018-163639/pt-br.php>. Acesso em: 03 out. 2018.

CLEFF, M. B. Atividade inibitória do óleo essencial de orégano em fungos de importância médica e veterinária. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 5, p. 1291-1294, 2010. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/1/2655>. Acesso em: 06 out. 2018.

COAN, C. M.; MATIAS, T. A utilização de plantas medicinais pela comunidade indígena de Ventarra Altas-RS. **Rev. Saúde e Biologia**. Campo Mourão, v.9, n.1, jan/abr, 2014. Disponível em: https://www.ideau.com.br/getulio/restrito/upload/revistasartigos/14_1.pdf. Acesso em: 18 out. 2018.

CORDOVA, F. P.; SILVEIRA, D. T. Pesquisa Científica. In: GERHARDET, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Org.) **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009. p. 31-43.

COSTA, F. C. P. da. **Estudo florístico-taxonômico de Boraginaceae, Lamiaceae e Verbenaceae em uma unidade de conservação do semiárido paraibano-Nordeste do Brasil**. 2015. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal) - Universidade do Estado da Bahia, Paulo Afonso. 2015.

COSTA, F. M. *et al.* Óleo fixo de pinhão bravo no controle *in vitro* de *Colletotrichum musae*. **Revista verde**, v. 14, n. 2p. 181-187, 2019. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/6119>. Acesso em: 10 mar. 2021.

COSTA, M. M. **Triagem fitoquímica e avaliação da atividade antioxidante da espécie *Hyptis pectinata***. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/18635>. Acesso em: 15 jan. 2021.

COUTO, E. F.; MENEZES, M. Caracterização fisiomorfológica de isolados de *Colletotrichum musae*. **Fitopatologia Brasileira**, jul-ago, 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010041582004000400008&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 14 jan. 2021.

DELATORE, L. S. S.; ROYER, M. R. Estudo das plantas aromáticas e medicinais como alternativa para uso e aprendizagem. **Professos PDE e os desafios da escola pública paraense**. Curitiba, v.1, 2010. Disponível em:

http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2010/2010_fafipa_cien_artigo_lucineia_souza_silva_delatore.pdf. Acesso em: 25 set. 2018.

FELIPE, L. O.; BICAS, J. L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. **Química Nova na Escola**. São Paulo, v. 39, n.2, p. 120-130, 2017. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_2/04-QS-09-16.pdf. Acesso em: 17 out. 2018.

FERNANDES, C. de F. *et al.* **Levantamento dos principais agentes fitopatogênicos presentes em culturas do Estado de Rondônia**. Porto Velhos: Embrapa Rondônia, 2006. Disponível em: <https://ainf.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54259/1/resumo-351.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

FLAMBÓ, D. F. A. L. P. **Atividade biológica dos flavonoides: atividade antimicrobiana**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2013. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/301334992.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

FERRARI, J. T. *et al.* **Antracnose associada às fruteiras**. Artigo em Hypertexto, 2011. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2011_4/antracnose/index.htm. Acesso em: 29 jan 2021.

FERREIRA, A. R. A. **Usos de óleos essenciais como agentes terapêuticos**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa, Porto. 2014. Disponível em: https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/4513/1/PPG_21290.pdf. Acesso em: 10 out. 2018.

FIGUEIREDO, A. C.; PEDRO, L. G.; BARROSO, J. G. Plantas Aromáticas e Medicinais – óleos essenciais e voláteis. **Revista da APH**. Novo Hamburgo, n. 114, p. 29-33, 2014. Disponível em: cbv.fc.ul.pt/2014_Revista_da_APH_114_20_PAM.pdf. Acesso em: 25 jul. 2018.

FRANÇA, K, R, da S. **Potencial fungitóxico do óleo essencial de *Lippia gracillis* (Schauer) *In vitro* sobre fitopatogênicos**. 2019. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal. 2019. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/4944>. Acesso em: 12 de mar. 2021.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins in foods. *In*: MARKAKIS, P. **Anthocyanins as Food Colors**. New York, Academic Press, p. 181-207. 1982. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000145&pid=S0101-2061201000010003500012&lng=pt. Acesso em: 20 out. 2018.

GARDNER, C. **Mesosphaerum suaveolens**. Il. Disponível em: https://keyserver.lucidcentral.org/weeds/data/media/Html/mesosphaerum_suaveolens.htm. Acesso em: 20 out. 2018. il. color.

GHAFFARI, H.; GHASSAM, B. J.; PRAKSAH, H. S. Hepatoprotective and cytoprotective properties os *Hyptis suaveolens* (L.) Point. against oxidative stress-induced damage by CC14 and H2O2. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**. USA, v. 5, n. 11, p. 868-874, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S199576451260162X>. Acesso em: 23 out. 2018.

GHAFFARI, H. *et al.* Antioxidant and Neuroprotective Activities of *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. Against Oxidative Stress-Induced Neurotoxicity. **Cellular and Molecular neurobiology Journal**. n. 34, v. 3, p. 323-331, 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3950622/>. Acesso em: 03 out. 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175p.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª Ed. São Paulo: Atlas. 2016.

GONÇALVES, J. M. **Atividades biológica e composição química de óleos essenciais de *Achyrocline satureoides* (Lam) DC. e *Ageratum conyzoides* L.** 2015. **encontradas no semiárido baiano**. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. 2015. Disponível em: <http://tede2.uefs.br:8080/handle/tede/283>. Acesso em: 10 out. 2018.

IBGE. **Panorama do Município de Cajazeiras**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 28 set. 2018.

JOSÉ, A. E. *et al.* Avaliação do efeito antibacteriano de extrato de folhas de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) frente a bactérias de interesse em alimentos e correlação com os compostos fenólicos. **Revista Ceres**. v. 62, n. 5, p. 421-429, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2015000500421. Acesso em: 29 mar. 2021.

KOCH, D.; LEITZEK, M.; MONZANI, R. N. **Extração de óleos essenciais por meio de hidrodestilação para controle de fitopatógenos**. 2014. Disponível em: eventos.ifc.edu.br/wp-content/uploads/sites/5/2014/09/CAA-13.pdf. Acesso em: 26 jul. 2018.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigment photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, New York, v.148, p.362-385, 1987. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0076687987480361>. Acesso em: 10 out. 2018.

LIMA, R. K.; CARDOSO, M. G. Família Lamiaceae: importantes óleos essenciais com ação biológica e antioxidante. **Revista Fitos**, v.3, n.3, p. 14-24, 2007. Disponível em: <http://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/78>. Acesso em: 23 out. 2018.

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

LUZ, T. R. S.A. *et al.* Seasonal variation in the chemical composition and biological activity of the essential oil of *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntz. **Industrial Crops & Products**, v. 153, 2020. Disponível em: www.elsevier.com/locate/indcrop. Acesso em: 14 jan. 2021.

MACHADO, B. F. M. T.; JUNIOR, A. F. Óleos essenciais: aspectos gerais e usos em terapias naturais. **Cadernos Acadêmicos**, Porto Alegre, v. 3, n.2, 2011. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/Cadernos_Academicos/article/view/718. Acesso em: 05 out. 2018.

MACIEL, M. A. M.; PINTO, A. C.; VEIGA JR., V. F. V.; GRYNBER, N. F.; ECHEVARRIA, A. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova**, v. 25, n. 3, p. 429-438, 2002. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=5300. Acesso em: 25 set. 2018.

MAGALHÃES, K. do N. **Plantas medicinais da Caatinga do Nordeste brasileiro: etnofarmacopéia do professor Francisco José de Abreu Matos**. 2019. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/42962>. Acesso em: 27 mar. 2021.

MAIA, L. C.; CARVALHO JUNIOR, A. A de C. Introdução: os fungos do Brasil. Disponível em: Acesso em: 28 jan. 2021. In: FORZZA, R. C. *et al* (Org.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro, v. 1, p. 43-48, 2010. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/z3529/05>. Acesso em: 12 jan. 2021.

MAIA, T. F. *et al*. Atividade antifúngica de óleos essenciais de plantas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.17, n.1, p. 105-116, 2015. Disponível em: <http://deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev171/Art17111.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2021.

MARTINS, F. M. de M. **Estudo da influência de fatores ambientais na composição química e atividade biológica de *Xylopiá sericea* St. Hill**. 2012. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br/handle/10/5209>. Acesso em: 20 mar. 2021.

MARTINS, T. F.; SANTOS, M. H. dos.; POLO, M. Variação química do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., Sob condições de cultivo. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1203-1209, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422006000600011&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 14 jan. 2021.

MENEZES FILHO, A. C. P. de.; CASTRO, C. F. de. S. Análise fitoquímica dos extratos etanólicos de *Euphorbia splendens* (Borjer ex. Hooke) e *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. **Ensaio e Ciência**, v. 23, n. 2, p. 98-103, 2019. Disponível em: <https://revista.pgskroton.com/index.php/ensaioeciencia/article/view/6482>. Acesso em: 15 jan. 2021.

MIRANDA, C. A. S. F. *et al*. Óleos essenciais de folhas de diversas espécies: propriedades antioxidantes, e antibacterianas no crescimento espécies patogênicas. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.47, n. 1, p. 213-220, 2016. Disponível em: <http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/3037/0>. Acesso em: 05 out. 2018.

MONTEIRO, A. R. P. **Atividade antimicrobiana de óleos essenciais**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa, Porto. 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/61020742.pdf>. Acesso em: 10 out. 2018.

MORAES, A. M. L. de.; PAES, R. de. A.; HOLANDA, V. L. de. **Micologia**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2010. Versão *online*. Disponível em: <http://www.epsvj.fiocruz.br/sites/default/files/cap4.pdf>. Acesso em: 04 out. 2018.

- MORAES, L. A. S. de. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.27, n.2, p. S4051-S4063, 2010. Disponível em:
http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_3/P_4_Palestra_Resumo_Lilia_Ap.pdf. Acesso em: 10 out. 2019.
- MOREIRA, A. C. P. *et al.* Chemical composition and antifungal activity of *Hyptis suaveolens* (L). Point essential oil against *Aspegillus* species. **Brasilian Jounal of Microbiology**, v. 41, p. 28-33, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bjm/v41n1/v41n1a06.pdf>. Acesso em: 18 out. 2018.
- MOURA, G. S. *et al.* Efeito do óleo essencial de *Citrus* ssp. no controle pós-colheita da antarcnose em banana e pimentão. **Revista Cultivando o Saber**, v.10, n.2, p. 354-369, 2017. Disponível em:
https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/5a3002fb6f5db.pdf. Acesso em: 09 mar. 2021.
- NGOZI, L. U. *et al.* The Efficacy of Hyptis Suaveolens: A Review of Its Nutritional and Medicinal Applications. **European Journal of Medicinal Plants**, v. 4, n. 6, p. 661-674, 2014. Disponível em: <http://www.sciencedomain.org/abstract/3771>. Acesso em: 03 out. 2018.
- NOBREGA, J. S. *et al.* Acúmulo de biomassa e pigmentos em plantas de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntz sob stresse salino e doses de ácido salicílico. **Research, Society and Development**, V.9, n.5, 2020. Disponível em:
<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3286>. Acesso em: 13 jan. 2021.
- OLIVEIRA, D. L. de. **Microfungos da Amazônia meridional: efeito no desenvolvimento de *Colletotrichum musae* e indução de fitoalexinas.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Grau em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2018. Disponível em:
<https://bdm.ufmt.br/handle/1/947?mode=simple>. Acesso em: 15 jan. 2021.
- OLIVEIRA, J. A. **Efeito do tratamento fungicida em sementes no controle de tombamento de plântulas de pepino (*Cucu-mis sativas* L.) e pimentão (*Capsicum annanum* L.).** 1991. 111f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Escola Superior de Agricultura de Lavras. Lavras-MG, 1991. Disponível em: repositorio.ufla.br/handle/1/33483. Acesso em: 11 nov. 2018.
- PALIOTO, G. F. *et al.* Composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Morinda citrifolia* (Linn) (noni) cultivados no Pará. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. v.17, n.1, p. 59-66, 2015. Disponível em:
https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722015000100059. Acesso em: 03 maio 2021.
- PEREIRA, F. D. **Caracterização morfo-cultural e molecular de isolados de *Colletotrichum* spp. Provenientes de diferentes frutas tropicais.** 2016. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016. Disponível em:
<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/136283>. Acesso em: 15 jan. 2021.

PEREIRA, I. M.; SILVA, E. V. **Determinação de compostos bioativos e atividade antifúngica de extratos de capim santo obtidos por diferentes solventes.** In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 16. Universidade Federal de Campina Grande, 2019.

PEREIRA, L. A. A. *et al.* Fungitoxicidade *in vitro* de iprodione sobre o crescimento micelial de fungos que se associam a sementes de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 67-70, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v24n1/v24n1a10.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2018.

PEREIRA, L. C. O. **Caracterização química de óleos essenciais de quatro espécies da família Lamiaceae: *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., *Hyptis pectinata* (L.) Poit., *Hyptis martiusii* Benth. e *Rhaphiodon echinus* (Nees & Mart.) Shauer.** 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/893>>. Acesso em: 08 out. 2018.

PESSOA, W. R. L. S. *et al.* Efeito da temperatura no período de melhoramento sobre o desenvolvimento de lesões de *Colletotrichum musae* em banana. **Summa Phytopathol**, Botucatu, v. 33, n. 2, p. 147-151, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010054052007000200008&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em: 14 jan. 2021.

PIMENTA, A. A. **Caracterização morfológica, patogênica e genética de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antraquinose em manga (*Mangifera indica*).** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009. Disponível em: <https://www.fcav.unesp.br/Home/download/pgtrabs/pv/m/3730.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2021.

PIMENTEL, F. A.; ALMEIDA, M. F. L. de. **Química Verde no Brasil: 2010-2030.** Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Livro_Quimica_Verde_9560.pdf. Acesso em: 04 maio 2021.

PORTO, R. de, S. **Ação do óleo essencial de *Croton argyrophyloides* Muell. Arg. E de um dos seus constituintes β -cariofileno em músculo liso fásico de rato.** 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Fisiológicas) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza. 2010. Disponível em: <file:///E:/Downloads/A%C3%87%C3%83O%20DO%20%C3%93LEO%20ESSENCIAL%20DE%20Croton%20argyrophyloidepdf>. Acesso em: 20 out. 2018.

POVH, D. J. A. *et al.* Teor de fenóis totais e flavonoides em quatro espécies do gênero *Hyptis* Jacq. ocorrentes no serrado *stricto sensu*. **Brasilian Geographical Journal**, v. 3, n. 2, p. 520-528, 2012. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/braziliangeojournal/article/view/19762>. Acesso em: 15 jan. 2021.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. Pesquisa Científica. In: **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. p. 42-72.

REFLORA. *Mesosphaerum suaveolens* (L.). Kuntze. **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> . Acesso em: 10 out. 2018.

RODRIGUES, A. C.; ARTIOLI, F. A.; BARBOSA, L. C. A.; BEIJO, L. A. **Efeito alelopático de folhas de banburral** (*Hyptis suaveolens* (L.) Poit.) sobre a germinação de sementes de sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.), rabanete (*Raphanus sativus* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, Paulínia, v. 14, n. 3, p. 487-493, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v14n3/10.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.

RODRIGUES, M. A. T. **Classificação de fungicidas de acordo com o mecanismo de ação proposto pelo FRAC**. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade estadual Paulista, 2006. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/97224>. Acesso em: 03 maio 2021.

ROSEAL, L. F. *et al.* Produção vegetal e de óleo essencial de boldo pequeno em função de fontes de adubos orgânicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, n.5, p. 670-678, 2011. Disponível em: <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3677/1547>. Acesso em: 20 out. 2018.

SANTINE, R. **Potencial antifúngico e toxicidade de óleo essencial da família Lameaceae**. 2013. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2013. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/URGS_3561281e4f788fbcc2ee91b7035e4058. Acesso em: 18 out. 2018.

SANTOS, D. de. A.; JESUS, H. C. R. de.; PRATA, P. S.; ALVES, P. B. Composição química de folhas e inflorescências da *Hyptis suaveolens*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Paulínia, n.6, v.1, 2009. Disponível em: <http://sec.s bq.org.br/cdrom/33ra/resumos/T2389-1.pdf>. Acesso em: 04 out. 2018.

SANTOS, E. R. dos. *et al.* Crescimento e teores de pigmentos foliares em feijão-caupi cultivado sob dois ambientes de luminosidade. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 14-19, 2011. Disponível em: <file:///D:/Downloads/1619-Artigo%20de%20submiss%C3%A3o-7121-1-10-20110914.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2021.

SANTOS, L. R. D. de. **Material complementar ao livro Sistemática Vegetal I: Fungos**. 2015. Disponível em: <https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/>. Acesso em: 04 out. 2018.

SARMENTO-BRUM, R. B. C. *et al.* Efeito de óleos vegetais na inibição de crescimento micelial de fungos fitopatogênicos. **Journal of Biotchnology Biodiversity**. v.5, n. 1, p. 63-70, 2014. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/JBB/article/view/732/411>. Acesso em: 10 mar. 2021.

SCOPEL, W.; BARBOSA, J. Z.; VIEIRA, M. L. Extração de pigmentos foliares em folhas de canola. **Unoesc & Ciência**, Joaçaba, n.1, v.2, p. 87-94, 2011. Disponível em: <file:///D:/Downloads/137-Texto%20do%20artigo-3584-1-10-20110815.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2021.

SHAIKAT, M. Z. H.; HOSSAI, M. T.; AZAM, M. G. Phytochemical screening and anti-diarrhoeal activity of *Hyptis suaveolens*. **International Journal of Applied Research in Natural Products**. USA, v. 2, p.1, 2012. Disponível em: <http://www.ijarnp.org/index.php/ijarnp/article/view/2012520104>. Acesso em: 18 out. 2018.

SHARMA, P. P. *et al.* *Hyptis suaveolens* (L.) Poit.: a phyto-pharmacological review. **International Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences**, v. 4, n. 1, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/255982083_Hyptis_suaveolens_L_poit_A_Phyto_P_harmacological_Review. Acesso em: 19 out. 2018.

SILVA, E. V. **Potencialidades da pimenta biquinho (*Capsicum chinense*) como aditivo natural**. 2017. Doutorado (Tese de Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal da Paraíba. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/9164>. Acesso em: 18 out. 2018.

SILVA, C. J. A. da; MALTA, D. J. do N. A importância dos fungos na biotecnologia. **Ciências Biológicas e da Saúde**, Recife, v. 3, n. 3, p. 44-66, 2016. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/facipesaude/article/view/3210>. Acesso em: 12 jan. 2021.

SILVA, R. R. da; COELHO, G. D. **Fungos principais grupos e aplicações tecnológicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/35097378/fungos-principais-grupos-e-aplicacoes-tecnologicas>. Acesso em: 14 jan. 2021.

SILVA, T. P. **Obtenção e avaliação da atividade larvicida da nanoemulsão do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. sobre *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culidae)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade tropical) – UFA, Macapá. 2017. Disponível em: http://www2.unifap.br/ppgbio/files/2017/08/vers%C3%A3o-PARCIAL__Disserta%C3%A7%C3%A3o__TAIRES-PENICHE-.pdf. Acesso em: 16 out. 2018.

SILVEIRA, C. J.; BUSATO, N. V.; COSTA, A. O S. da; JUNIOR, E. F. C. Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais. **Enciclopédia Biofesra**, Goiânia, v.8, n.15, p. 2038-2052, 2012. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20exatas%20e%20da%20terra/levantamento%20e%20analise.pdf>. Acesso em: 28 set. 2018.

SOARES, A. de; S. **Lamiaceae do Rio Grande do Norte: taxonomia e status de conservação**. 2017. Dissertação (Sistemática e Evolução) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2017. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFRN_5d042e9185bdf542a3c8861da98a18cb. Acesso em: 18 out. 2018.

SOUSA, R. M. S.; SERRA, I. M. R. S.; MELO, T. A. Efeito de óleos essenciais como alternativa no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, em pimenta. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 38, n. 1, p. 42-47, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sp/v38n1/v38n1a07.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2021.

SOUZA, A. C. de; VIEIRA, G. H. C.; NEVES, L. M. Uso de óleos essenciais no controle do *Colletotrichum gloeosporioides* causador da antracnose no caju. **Enciclopédia Biosfera**, v.16, n. 29, p. 1709, 2019. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2019a/agrar/uso%20de%20oleos.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2021.

SOUZA, D. L. S. *et al.* Atividade fungicida do óleo de *Lippia gracillisi* e *Hyptis suaveolens* sobre o desenvolvimento de fungos fitopatógenos. CONIDIS. **Anais**. Campina Grande, 2016. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/edicao/detalhes/anais-i-conidis?page=76>. Acesso em: 09 mar. 2021.

SOUZA JÚNIOR, I. T.; SALES, N. L. P.; MARTINS, E. R. Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, isolado do maracujazeiro amarelo. **Revista Biotemas**, v. 22, n. 3, set. 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/viewFile/19529/17918>. Acesso em: 15 jan. 2021.

SOUZA, L. K. H. e. Antifungal properties of brazilian cerrado plants. **Brazilian Journal of Microbiology**. n. 33, p. 247-249, 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-83822002000300012&script=sci_abstract. Acesso em: 27 mar. 2021.

STREIT, N. M. *et al.* As clorofilas. **Revista Rural**. v.35, n.3, p. 748-755, 2005. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782005000300043. Acesso em: 03 maio 2021.

TERAO, D. *et al.* **Estratégias de controle de podridões em pós-colheita de melão: uma revisão**. Fortaleza: Embrapa, 2008. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/15433706.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2021.

TOZZI JUNIOR, H. J.; MELLO, M. B. A.; MASSOLA JUNIOR, N. S. Caracterização morfológica e fisiológica de isolados de *Colletotrichum* sp. causadores de antracnose em solanáceas. **Summa Phytopathol**, v. 32, n. 1, p. 77-79, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-54052006000100011. Acesso em: 13 jan. 2021.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F editores. **Micologia**. 5ª ed., São Paulo: Atheneu, 2008.

VILAPLANA, R. *et al.* Controle da antracnose, causada por *Colletotrichum musae*, em banana orgânica pós-colheita por óleo de tomilho. **ScienceDirect**. v. 138, p. 56-63, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925521417309560>. Acesso em: 21 jan. 2021.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteau micro method for total phenol in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, USA, p.3-5, 2006. Disponível em: <http://waterhouse.ucdavis.edu/faqs/foolin-ciocalteau-micro-method-for-total-phenol-in-wine>. Acesso em: 04 jul. 2018.