

**INSTITUTO FEDERAL**  
**GOIANO**  
Câmpus Rio Verde

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DO  
ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS DE *Psidium guajava* NO  
CONTROLE DE *Sclerotinia sclerotiorum***

ELIZABETH APARECIDA JOSEFI DA SILVA

Rio Verde, GO

2020

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
BACHARELADO EM AGRONOMIA

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DO ÓLEO  
ESSENCIAL DAS FOLHAS DE *Psidium guajava* NO CONTROLE DE  
*Sclerotinia sclerotiorum*

ELIZABETH APARECIDA JOSEFI DA SILVA

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Edson Luiz Souchie

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>: Cassia Cristina Fernandes Alves

Rio Verde – GO

Fevereiro, 2020

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

SSI586  
c Silva, Elizabeth Aparecida Josefi da  
COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DO ÓLEO  
ESSENCIAL DAS FOLHAS DE *Psidium guajava* NO CONTROLE  
DE *Sclerotinia sclerotiorum* / Elizabeth Aparecida  
Josefi da Silva; orientador Edson Luiz Souchie; co-  
orientadora Cassia Cristina Fernandes Alves. -- Rio  
Verde, 2020.  
36 p.

Monografia ( em Agronomia) -- Instituto Federal  
Goiano, Campus Rio Verde, 2020.

1. atividade antifúngica. 2. mofo-branco. 3.  
goiabeira. I. Souchie, Edson Luiz , orient. II.  
Alves, Cassia Cristina Fernandes, co-orient. III.  
Título.

ELIZABETH APARECIDA JOSEFI DA SILVA

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DO ÓLEO  
ESSENCIAL DAS FOLHAS DE *Psidium guajava* NO CONTROLE DE  
*Sclerotinia sclerotiorum*

Trabalho de Curso defendido e aprovado, em 04 de fevereiro de 2020, pela Banca  
Examinadora constituída pelos membros:



Profª. Drª. Cassia Cristina Fernandes Alves  
IF Goiano – Campus Rio Verde



Me. Larissa Sousa Santos  
IF Goiano – Campus Rio Verde



---

Prof. Dr. Edson Luiz Souche  
Presidente da Banca  
IF Goiano – Campus Rio Verde

Rio Verde, GO  
Fevereiro, 2020

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por estar comigo em todos os momentos de minha vida, me guiar, iluminar e dar tranquilidade para seguir em frente com meus objetivos e não desanimar com as dificuldades. Só Ele sabe quantas vezes pensei em desistir.

Agradeço à minha família, irmão, queridos pais e queridos sogros que me incentivaram e apoiaram nos momentos difíceis e em meus estudos. Obrigado por entenderem minhas faltas e momentos de afastamento e reclusão. Obrigado por mostrarem-me o quanto era importante estudar, mesmo sem terem tido esta mesma oportunidade no passado.

Agradeço imensamente ao meu esposo Ernany por me apoiar, incentivar e ajudar em alguns experimentos com todo carinho e amor. O tempo todo ao meu lado, incondicionalmente. Nos momentos mais difíceis, que não foram raros nestes últimos anos, sempre me fez acreditar que chegaria ao final desta difícil, porém gratificante etapa.

Ao meu querido orientador Dr. Edson Luiz Souchie pela confiança em me orientar neste projeto que sempre acreditou em minha capacidade intelectual, confiou em meu potencial para ingressar na pesquisa e muito me ensinou com dedicação, sabedoria e, principalmente, pela sua eterna amizade.

Agradeço a minha querida Co-orientadora e professora, Dr<sup>a</sup>. Cassia Cristina Fernandes Alves. Resumi-la à co-orientadora é muito pouco e tenho certeza de que ela sente a importância que teve e tem para mim, não só no auxílio da condução do trabalho, mas também como conselheira.

Aos meus colegas do Laboratório de Química de Produtos Naturais e do Laboratório de Microbiologia Agrícola que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos meus colegas de graduação, que não irei citar nomes para não esquecer de ninguém, obrigada pelos momentos compartilhados nessa jornada, mas em especial ao Weber e ao Autielis por toda ajuda.

A todos os professores da Agronomia, cujas disciplinas contribuíram para a realização deste Trabalho de Curso, através de inúmeras leituras, discussões e trabalhos. Recebam minha admiração, respeito e meu muito obrigado.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para mais uma etapa de minha vida.

Obrigada!

## RESUMO

DA SILVA, Elizabeth Aparecida Josefi. **Composição química e atividade antifúngica do óleo essencial das folhas de *Psidium guajava* no controle de *Sclerotinia sclerotiorum***. 2020. 35p Monografia (Curso Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2020.

A goiabeira (*Psidium guajava* L.), pertence à família *Myrtaceae*, e o óleo essencial de suas folhas tem gerado diversos estudos sobre sua composição química e propriedades. O óleo essencial pode ter ação direta sobre fitopatógenos, como o fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, causador do mofo-branco, que é de difícil controle e afeta culturas de expressiva importância econômica. Devido a isto, estudos com óleos essenciais como alternativas naturais para o controle dessa doença vem se intensificando. Com este trabalho, objetivou-se analisar a composição química do óleo essencial das folhas de goiabeira e avaliar sua ação antifúngica *in vitro* sobre o fungo *Sclerotinia sclerotiorum*. A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação e sua composição analisada por CG-EM. O ensaio antifúngico foi realizado em placas de Petri contendo meio BDA, em que foram transferidas alíquotas de 0, 100, 200, e 300  $\mu\text{L}$  de óleo essencial puro das folhas *in natura* de goiabeira sobre o meio de cultura e, na forma de vapor, em 3 repetições cada. Na sequência, transferiu-se 8 mm do micélio de *Sclerotinia sclerotiorum* para cada placa, sendo incubadas a 22°C e avaliadas após 48 h e até o crescimento total das testemunhas. Como controle negativo, foi utilizado apenas o fungo em meio BDA e, como controle positivo, o fungicida frowside na concentração de 10 $\mu\text{g mL}^{-1}$ . Foram identificados como compostos majoritários no óleo essencial o *trans*-cariofileno e  $\alpha$ -humuleno. O óleo essencial das folhas de goiabeira em contato possibilitou 94,9% de inibição, enquanto na forma de vapor, foi equivalente a 97,1% de inibição, o que comprova alto potencial fungicida contra o mofo-branco.

**Palavras-chave:** atividade antifúngica, mofo-branco, goiabeira.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
1. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
1.1. Óleos Essenciais.....	9
1.2. Goiabeira ( <i>Psidium guajava</i> L.).....	11
1.3. Óleos Essenciais da Família Myrtaceae e Sua Bioatividade .....	12
1.4. <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> Agente Causal da Doença Mofo-branco .....	14
2. MATERIAIS E MÉTODOS .....	17
2.1. Material Vegetal .....	17
2.2. Extração do Óleo Essencial .....	18
2.3. Análise Química do Óleo Essencial.....	18
2.4. Ensaio Antifúngico .....	19
2.5. Análise Estatística.....	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
3.1. Composição Química do Óleo Essencial.....	20
3.2. Ensaio Antifúngico .....	23
4. CONCLUSÕES .....	26
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	27

## 1 INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) está lotada no gênero *Psidium* e pertence à família *Myrtaceae*, que possui cerca de 3.800 espécies, sendo considerada uma das maiores famílias botânicas (LANDRUM E KAWASAKI, 1997; OLIVEIRA, 2018). A *Psidium guajava* é considerada uma planta nativa do México e encontra-se em toda a América do Sul, Europa, África e Ásia (SHAH et al., 2011; ETEMADIPOOR et al., 2019). Esta espécie se adapta bem a diferentes condições climáticas e regiões crescendo tanto em regiões tropicais como subtropicais do mundo e está abundantemente veiculada e bem ajustada ao território brasileiro, inclusive no Domínio Cerrado (AMORIM et al., 2017; ETEMADIPOOR et al., 2019).

Diferentes partes desta planta são utilizadas na medicina popular para o tratamento de diversas doenças. Suas cascas têm sido empregadas no tratamento de diarreia em crianças; as folhas são usadas para o alívio da tosse, distúrbios pulmonares, feridas e úlceras e o fruto utilizado como tônico, laxante e anti-helmíntico (LEEA et al., 2012; FLORES et al., 2015; NUNES et al., 2016). Diversos estudos têm relatado as propriedades dos extratos de suas folhas e, dentre estas propriedades se destacam: antimicrobianas, antimutagênica, atividade hipoglicêmica, hepaprotetora, anti-inflamatória, antioxidante, antinoceptiva, antidiabéticos, antiproliferativa (NORA et al., 2014; VASCONCELOS et al., 2017; SILVA et al., 2019) entre outras. Ademais, seus extratos e óleos essenciais têm mostrado atividade inibitória *in vitro* para diferentes micro-organismos, dentre eles, bactérias e fungos de interesse econômico (GONÇALVES et al., 2008; MENEZES, 2013; SILVA et al., 2018).

Na literatura, há relatos de estudos realizados sobre caracterização do óleo essencial de folhas de goiabeira demonstrando que este possui compostos com potencial inseticida como o 1,8-cineol, limoneno e o  $\alpha$ -pineno. Devido a isto, o óleo essencial extraído de folhas da goiabeira, e outras plantas medicinais, têm sido utilizados para estudos *in vitro*, de inibição micelial e esporulação de fungos fitopatogênicos (MENDES, 2017; SILVA et al., 2018).

Um dos maiores responsáveis por causar perdas em lavouras são os fungos fitopatogênicos que, produzem expressivas quantidades de esporos como forma de propagação e podem ser levados facilmente por longas distâncias, seu controle é desafiador e podem levar plantas à morte (VELOSO, 2016). Estes fungos causam grandes perdas agrícolas em todo o mundo, trazendo um impacto negativo a economia. As perdas variam entre 30-60% em culturas de interesse econômico, como a soja, milho, arroz, cana-de-açúcar, café, entre outros (VELOSO, 2016).

O fungo *Sclerotinia sclerotiorum* é um fitopatógeno e o agente causal da doença conhecida como mofo-branco. Ainda não há cultivares resistentes a esta doença e uma grande quantidade de fungicidas químicos é utilizado para seu controle. Muitos destes são bastante nocivos ao homem e ao ambiente, primeiramente pela sua toxicidade, que podem permanecer durante anos no sistema; segundo pela grande quantidade de agrotóxicos aplicados, o que favorece a poluição ambiental (PIGNATI et al., 2017). O controle das doenças é necessário, pois estão entre as principais responsáveis pelos prejuízos na produção agrícola e pelo aumento do custo da produção.

Contudo, torna-se necessária a busca de meios alternativos no seu controle. Neste sentido, a utilização de compostos bioativos botânicos como extratos e óleos essenciais com ação fungicida, torna-se uma ferramenta estratégica. Com base em relatos de que as plantas desenvolveram mecanismos de defesa contra fungo, bactérias e vírus, o interesse recente em pesquisa de fungicidas, derivados de plantas, tem sido crescente (ALCANTARA, 2015; HAGSTRUM E PHILLIPS, 2017; RADUNZ, 2017; TAVARES et al., 2018). Tal estratégia seria uma alternativa para a redução da dependência das culturas por fungicidas convencionais, assim reduzindo seu efeito tóxico sobre o ambiente e à saúde humana. Para este fim, as folhas de goiabeira têm mostrado grande potencial (FREITAS, 2018; LIMA et al., 2010; SILVA et al., 2018). Devido ao Domínio Cerrado possuir alta diversidade de plantas e dentre estas a goiabeira, que possui compostos biologicamente ativos, justificam-se estudos sobre estes metabólitos secundários, como de sua possível ação antifúngica como alternativa de controle para o referido fungo fitopatogênico.

Desta forma, com este estudo, objetivou-se analisar a composição química do óleo essencial das folhas de goiabeira e avaliar sua ação antifúngica *in vitro* de forma direta e indireta no controle do fungo fitopatogênico *Sclerotinia sclerotiorum*.

## **1. REVISÃO DE LITERATURA**

### **1.1. Óleos Essenciais**

Os óleos essenciais são metabólitos secundários que estão entre uma variedade de compostos orgânicos produzidos pelas plantas medicinais e aromáticas (MARTINS et al., 2010; MENDES et al., 2018; VAZQUEZ et al., 2019). Estes podem ser considerados como matéria-prima para a formulação de novos produtos naturais e, inclusive, serem utilizados como agentes analgésicos, anticancerígenos, inseticidas, antibacterianos, sedativos, expectorantes, estimulantes, antioxidantes, antiviral etc, e na composição de diversos medicamentos. Além de

possuir atividade direta sobre fitopatógenos como bactérias, nematóides e fungos, ou indireta, ativando mecanismos de defesa das plantas aos patógenos, cerca de 60% dos óleos essenciais possuem propriedades antifúngicas e 35% exibem propriedades antibacterianas (PEDROSA, 2016; SOUZA et al., 2017; MENDES et al., 2017; MENDES et al., 2018; KUMAR et al., 2019; VAZQUEZ et al., 2019).

Os óleos essenciais eram denominados como “Quinta Essência” pelo suíço Paracelsus von Hohenheim, pois era uma palavra utilizada para referenciar um princípio ativo de uma droga (GUENTHER, 1950). Estes compostos podem ser definidos como orgânicos com baixo peso molecular, bastante voláteis e obtidos através do metabolismo secundário das plantas como uma forma de defesa contra predadores e micro-organismos patogênicos. Os óleos essenciais podem ser obtidos das folhas, raízes, caule, flores, frutos e sementes de uma planta. As características em relação a quantidade e qualidade de um óleo essencial esta diretamente ligada a região e ao clima onde se localiza a planta, bem como do órgão coletado, idade da planta, do método utilizado para a extração desse óleo, dentre outros fatores (PEDROSA et al., 2016; SOUZA et al., 2017; MENDES et al., 2018; VAZQUEZ et al., 2019; KUMAR et al., 2019).

A composição química de um óleo essencial é muito complexa, pela mistura de diversos compostos em distintas concentrações e que podem ser classificados como terpenos, terpenóides, fenilpropenos e outros. Geralmente, os responsáveis pela alta atividade antifúngica e antibacteriana dos óleos essenciais são as classes dos terpenos e terpenóides (RAMOS et al., 2017; MENDES et al., 2018; KUMAR et al., 2019; VAZQUEZ et al., 2019).

O óleo essencial consegue se difundir através da parede celular e membrana plasmática de patógenos. Tal fato pode ser atribuído a sua constituição hidrofóbica, que pode alterar as estruturas de polissacarídeos, ácidos graxos e fosfolipídeos e, com suas propriedades antioxidantes, pode levar à lise celular o que torna interessante sua utilização contra estes. Geralmentes, os compostos responsáveis por esta ação são: 1,8 cineol, carvacrol, carvona e timol (SHAO et al., 2013; MARQUES, 2014; MENDES et al., 2017).

Fatores ambientais como luz, temperatura, pluviosidade, vento, solo, latitude, altitude, estações do ano afetam a variabilidade na quantidade e teor de óleos essenciais, além dos fatores genéticos (CHAGAS et al., 2011; WANG et al., 2017; HANIF et al., 2018; NGBOLUA et al., 2018; NEGREIROS et al., 2019). A utilização de óleos essenciais e extratos vegetais depende de uma padronização em sua composição, além de depender do conhecimento do metabolismo das plantas a serem utilizadas, bem como o conhecimento das alterações na sua composição em consequência das variações ambientais (WANG et al., 2017; HANIF et al., 2018; NGBOLUA et al., 2018; NEGREIROS et al., 2019).

## 1.2. Goiabeira (*Psidium guajava* L.)

A família *Myrtaceae* é caracterizada por plantas dicotiledôneas, sendo composta por cerca de 130 gêneros e 3.800 espécies de árvores e arbustos que se distribuem por todos os continentes, à exceção da Antártica, mas com nítida predominância nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, principalmente na América e na Austrália (FENG et al., 2015; THORNHILL et al., 2015; DIAZ-DE-CERIO et al., 2016; AMORIM et al., 2017). Dentre os gêneros desta família, destaca-se o gênero *Psidium*, com cerca de 120-150 espécies, e podem ser encontrados ao longo dos trópicos e subtropicais da América e da Austrália. Dentre as espécies que compõem esse gênero, as que se destacam são: *P. guajava* L. (goiaba), *P. catleyanum* Sabine (araçá-doce, araçá-de-praia ou araçá-de-coroa) e *P. guineense* Swartz ou *P. araça* Raddali (araçá-verdadeiro ou araçá-azedo) (FENG et al., 2015).

*Psidium guajava* L. é a espécie pioneira mais importante pertencente ao gênero *Psidium*, e à família *Myrtaceae*, conhecida vulgarmente como goiabeira. É um arbusto ou árvore de pequeno porte que, em pomares adultos pode atingir de 3 a 5 m de altura e com muitos ramos grandes, folhas opostas e simples do tipo oblongas ou ovaladas, de 5 a 15 cm de comprimento, com veias pinadas proeminentes com canais oleríferos onde está armazenado o seu óleo essencial (SANTOS, 2017).

Do ponto de vista econômico, a goiabeira é um dos mais apreciados frutos tropicais, sendo cultivada em escala comercial em quase todas as regiões brasileiras, com destaque para os Estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Bahia, Pernambuco, Paraíba, Goiás, Rio Grande do Sul e Paraná, sendo o país maior produtor mundial (BATISTA et al., 2015; CARAMÊS et al., 2017; TAVARES et al., 2018).

Alguns autores relatam que a goiabeira é nativa do Brasil, de onde foi levada para todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, em razão de sua fácil adaptação às diferentes condições edafoclimáticas, bem como da facilidade de propagação por meio de sementes (GONZAGA e SOARES, 1994).

Várias partes da planta *Psidium guajava* são usadas na medicina popular para o tratamento de cólicas, colite, diarreia, disenteria e dor de barriga. A casca tem sido usada para o tratamento de diarreia em crianças. As folhas são úteis para o alívio da tosse, doenças pulmonares, feridas e úlceras. O fruto é usado como tônico, laxante e anti-helmíntico (KHADRIA et al., 2014). O extrato de folhas de *Psidium guajava* possui várias atividades biológicas, tais como antidiabética, anti-inflamatória, antitussígena, antibacteriana, antimutagênica, hipoglicêmica, antiespasmódica, antioxidante, anti-cárie, no tratamento de

feridas oculares, anticancerígenas e hepaprotetora, efeitos comprovados com inúmeros estudos (ALMEIDA et al., 1995; LOZOYA et al., 2002; BEGUM et al., 2002; OH et al., 2005; FERNANDES et al., 2014; FLORES et al., 2015; FENG et al., 2015; DIAZ-DE-CERIO et al., 2017; JIAO et al., 2017; BORAH et al., 2019).

Vários estudos têm sido realizados para verificar a composição química do óleo essencial extraído das folhas da goiabeira. Os constituintes majoritários encontrados mais frequentemente no seu óleo essencial são  $\alpha$ -pineno, p-9-mentenol, trans-cariofileno,  $\beta$ -bisaboleno,  $\alpha$ -humuleno,  $\alpha$ -santaleno, d-limoneno, óxido de cariofileno, eugenol, mirceno, aromadendreno,  $\beta$ -selineno e 1,8-cineol (CRAVEIRO et al., 1981; PINO et al., 2001; SILVA, 2015; ARAIN et al., 2017; BORAH et al., 2019), sendo que estudos comprovaram a eficácia do 1,8-cineol como potente antimicrobiano e antifúngico. Suas folhas apresentam a seguinte composição química: taninos (9-10%), flavonóides, óleo essencial (90,3%) rico em trans-cariofileno, nerolidiol,  $\beta$ -bisaboleno, aromadendreno, p-selinemo,  $\alpha$ -pinemo e 1,8-cineol; ácidos triterpenóides (ácido oleanólico, ursólico, catecólico, guaiavólico, maslínico),  $\beta$ -sitosterol. O caule possui taninos numa concentração de 12 a 30% (SANTOS et al., 2017; BORAH et al., 2019).

Estudos demonstram que os óleos essenciais extraídos das folhas de goiabeira possuem inúmeras atividades importantes, dentre elas a atividade antioxidante e antimicrobiana contra vários micro-organismos, como *Candida albicans*, e bactérias como *Staphylococcus aureus* e ação antifúngica (NASCIMENTO et al., 2000; SANTOS et al., 2017; BORAH et al., 2019). JOSEPH et al. (2011) relataram que o óleo essencial de folhas de goiabeira contém terpenóides e pode inibir fortemente as células cancerosas cervicais humanas, como também demonstra efeito citotóxico sobre as células do cancro do colo do útero humano (SHURUTHI et al., 2013).

A utilização de plantas com propriedades biológicas ativas, apesar de ser uma prática muito antiga, atualmente ressurgiu como objeto de pesquisa na busca de alternativas para o manejo integrado de pragas devido aos seus extratos e óleos essenciais possuírem propriedades inseticidas, repelentes, antifúngicas, bactericidas, entre outras.

### 1.3. Óleos Essenciais da Família Myrtaceae e Sua Bioatividade

Dentre as plantas medicinais e aromáticas produtoras de óleos essenciais que tem mostrado grande potencial biológico, pode-se destacar a família Myrtaceae. Dentre as espécies, destacam-se a goiaba (*Psidium guajava* L.), já que suas folhas apresentam taninos, óleos essenciais, triterpenóides,  $\beta$ -sitosterol, flavonóides, fenóis, saponinas, carotenóides, lectinas,

vitaminas, fibras e ácidos graxos, resinas, glicosídeos etc (AJAIKUMAR et al., 2005; KARIAWASAM et al., 2017; SOUZA et al., 2018; WELI et al., 2018).

A goiabeira é uma planta de fácil acesso podendo ser encontrada em quintais residenciais e suas propriedades terapêuticas têm sido amplamente utilizadas na medicina popular, como estimulante, antiinflamatório, antibacteriano, antidiarreico, antitumoral, antiptoliferativo e seu óleo essencial, extraído de suas folhas, tem sido estudado como poderoso antifúngico contra patógenos e fitopatógenos (SCGWAN-ESTRADA et al., 2000; MANOSROI et al., 2006; WANG et al., 2017; QIN et al., 2017; SOUZA et al., 2018; NGBOLUA et al., 2018; NEGREIROS et al., 2019).

Estudos demonstram que uma vasta gama de pragas, insetos e micro-organismos são afetados pelos óleos essenciais extraídos das plantas pertencentes a família *Myrtaceae*, onde os gêneros *Angophora*, *Callistemon*, *Eucalyptus*, *Eugenia*, *Leptospermum*, *Melaleuca*, *Myrcianthes*, *Myrtus*, Pimenta, *Psidium* e *Syzygium* apresentam agentes com potenciais biológicos em seus óleos essenciais, sendo considerados como bioinseticidas. Os principais componentes dos óleos essenciais, tais como, 1,8-cineol, cariofileno, chavicol, p-cimeno, limoneno, linalol, mirceno,  $\alpha$ -pineno,  $\gamma$ -terpineno, terpinen-4-ol e  $\alpha$ -terpineol podem ser considerados a razão destes óleos possuírem atividade inseticida (EBADOLLAHI, 2013).

Devido ao óleo essencial das plantas do gênero *Psidium* apresentar características antifúngicas, BEATRIZ et al. (2012), ao avaliarem a eficácia de extratos de folhas de *Psidium guajava* contra os fungos dermatófitos: *Candida albicans*, *Candida parapsilosis*, *Cryptococcus neoformans*, *Microsporum canis*, *Microsporum gypseum*, *Trichophyton tonsurans*, *Trichophyton rubrum*, e *Sporotrix schenckii* detectaram inibição do crescimento destes fungos, revelando uma alternativa de antifúngico natural.

Estudos relatam a utilização e a eficiência do óleo essencial, extraídos das folhas de goiaba, contra fitopatógenos. Silva et al. (2019) relataram a utilização do óleo essencial para o controle de bactérias cariogênicas do gênero *Streptococcus* e como antiproliferativo em células tumorais, comprovaram ação moderada contra as bactérias e fonte promissora de compostos anticancerígenos, pela alta quantidade de terpenos em sua composição. Outros autores relataram atividade antimicrobiana, antimutagênica, hipoglicêmica, antioxidante, antifúngica, repelente contra baratas, moderado efeito repelente contra o mosquito *Anopheles stephensi* Liston, atividade anti-inflamatória, efeito larvicida sobre *Aedes aegypti* (THAVARA et al., 2007; RAJKUMAR & JEBANESAN, 2007; RATTANACHAIKUNSOPON & PHUMKHACHORN, 2007; GONÇALVES et al., 2008; CHEN et al., 2010; BUVANESWARI et al., 2011; SHRUTHI et al., 2013; FLORES et al., 2015; MENDES, 2017; QIN et al., 2017;

WANG et al., 2017; KARIAWASAM et al., 2017; WELI et al., 2018; HANIF et al., 2018; NGBOLUA et al., 2018; VAZQUEZ et al., 2019).

Apesar de haver alguns relatos na literatura sobre o potencial antifúngico do óleo essencial de folhas de goiabeira aplicado de forma direta, ainda há carência de estudos sobre este tema, principalmente sobre a ação da forma indireta de aplicação desse óleo essencial, assim como de outras espécies de plantas medicinais e aromáticas no Domínio Cerrado que podem produzir óleo essencial com alto potencial antimicrobiano sobre fitopatógenos de importância econômica, como é o caso do mofo-branco.

#### **1.4. *Sclerotinia sclerotiorum* Agente Causal da Doença Mofo-branco**

O mofo-branco é uma doença causada por um fungo fitopatógeno chamado *Sclerotinia sclerotiorum* e está entre as principais doenças que atacam culturas de importância econômica com perdas anuais expressivas nessas culturas. Desde seu surgimento em lavouras brasileiras, tem causado danos, mas teve sua incidência aumentada deste a década de 1990, sendo que a infestação por escleródios deste fitopatógeno pode estar entre 23 e 100%, reduzindo a produção em de grãos em até 37% (DILDEY et al., 2014; MEYER et al., 2015; GOMES, 2017).

Este fungo pertence à Classe dos *Ascomycetes*, Subclasse *Discomycetes*, Ordem *Helotiales* e à Família *Sclerotiniaceae* e ao gênero e espécie *Sclerotinia sclerotiorum*. Este patógeno é estudado desde 1837, cosmopolita e inespecífico, pode infectar várias espécies de plantas, entre monocotiledôneas e dicotiledôneas (BOLAND & HALL, 1994). Este patógeno pode atacar a planta em qualquer estágio de desenvolvimento, principalmente no estágio de floração e próximo à colheita. O mesmo produz estruturas de resistência denominados escleródios, que tornam a doença de difícil controle, em função do longo período de permanência no solo (DILDEY et al., 2014).

A incidência do mofo-branco é favorecida quando as condições de umidade (acima de 75%) e temperatura (13 a 22 °C) estão ideais e há presença de um hospedeiro. Assim, os escleródios presentes no solo, com essas condições favoráveis, germinam e se reproduzem por forma miceliogênica (o próprio escleródio produz o micélio que infecta o hospedeiro) ou capogênica (ocorre a produção de apotécios que produzirão os ascósporos que se disseminam até o hospedeiro causando a infecção) (Mc LEAN, 1958; PURDY, 1979; GERALDINE et al., 2010; DILDEY et al., 2014; GOMES, 2017; GUERRA, 2017; HU et al., 2018).

A sintomologia que a doença mofo-branco se caracteriza por uma podridão úmida coberta por um micélio hialino com coloração variando de branca a pardenta, septado, muito

ramificado de aspecto cotonoso na superfície dos órgãos atacados (Figura 1) (DILDEY et al., 2014; NA et al., 2018; JIA et al., 2019). Após a infecção no hospedeiro, inicia-se a formação do micélio, que por sua vez produz as estruturas de resistência responsáveis pela propagação do fungo, que apresentam coloração inicial branca e, ao final de sua formação, coloração preta e uma estrutura rígida (escleródios), que se instalam tanto na superfície como no interior das hastes e vagens infectadas. As sementes infectadas têm aparência opaca e baixo peso (Figura 1) (DILDEY et al., 2014; GUERRA, 2017; NA et al., 2018; LIU et al., 2019).

Os escleródios são estruturas formadas por um agregado de hifas com exterior preto e várias camadas de melanina, que protegem sob condições adversas e de degradação microbiana em muitos fungos (Figura 2). A porção interna dos escleródios, a medula, está embutida em uma matriz fibrilar composta de hidratos de carbono, principalmente  $\beta$ -glucanos e proteínas (BRUSTOLIN, 2012). A melanina presente em sua estrutura confere resistência aos escleródios às condições adversas do solo fazendo com que permaneçam viáveis por até 11 anos, conservando intacto seu poder patogênico, entretanto, alguns pesquisadores acreditam que esse prazo não exceda pouco mais de 3 anos (MC LEAN, 1958; PAVAN et al., 1997; KUHN, 2006; XIMENES, 2013; GOMES, 2017; GUERRA, 2017; WANG et al., 2018).

Durante sua interação com a planta hospedeira, o *S. sclerotiorum* secreta ácido oxálico e enzimas, que permitem a maceração dos tecidos e, ainda, degradam os componentes da parede celular da planta. Além disso, o ácido oxálico cria um ambiente no qual as enzimas de degradação produzidas pelo fungo são mais eficientes (XIMENES, 2013).

A pectina é o principal constituinte da parede celular da planta e o fungo produz pectinase que cumpre a função de degradação desse componente. O enfraquecimento da parede celular, pela hidrólise da pectina, facilita a penetração e a colonização da planta, ao mesmo tempo que se torna fonte de carbono necessária para o crescimento do fungo. O patógeno produz várias formas de enzimas pectinolíticas capazes de matar células vegetais, deteriorar os tecidos, indicando assim sua função na patogenicidade (GORGEN et al., 2010; XIMENES, 2013).



**Figura 1 - Sintomas e sinais de mofo-branco em hastes de soja, causados por *Sclerotinia sclerotiorum*. Fonte: Arquivo pessoal**



**Figura 2 - Estrutura dos escleródios do mofo-branco. Fonte: Arquivo pessoal.**

Já que o mofo-branco é de difícil erradicação, o melhor método de controle é evitar sua infestação na área de cultivo, além de utilizar várias tecnologias de manejo, tais como: rotação de cultura, adição de produtos biológicos nas culturas exploradas, maior espaçamento entrelinhas, menor densidade de semeadura, cobertura do solo com palhada, época de semeadura desfavorável ao mofo-branco e escolha de variedades com resistência parcial ao patógeno. Além disso, recomenda-se a aplicação de fungicidas específicos para seu controle, sendo que este último, devido à sua intensiva utilização indiscriminada, tem aumentado a resistência do patógeno aos mesmos (JACCOUD-FILHO et al., 2016; WUTZKI et al., 2016; BERGER-NETO et al., 2017; NA et al., 2018; ZANATTO et al., 2018).

Aplicação de fungicidas pode prevenir a infecção por ascósporos; no entanto, devido à dificuldade em conseguir a penetração de spray no dossel da cultura, a doença ainda pode

ocorrer. Como consequência deste aumento do uso de fungicidas químicos, ocorre contaminação do solo, da água, dos alimentos e dos ecossistemas, como também o aumento da resistência do patógeno para com os fungicidas convencionais, utilizados no controle do mofo-branco (XIE et al., 2011; MEYER et al., 2015; WUTZKI et al., 2016).

Desta forma, estes problemas têm impulsionado pesquisas sobre métodos alternativos de controle desta doença, principalmente com produtos vegetais, como os óleos essenciais com propriedades antifúngicas, para que possam ser utilizados de forma tão eficiente como os agrotóxicos convencionais, além de oferecer um risco mínimo de impacto ambiental e não ser perigoso para os consumidores (DILDEY et al., 2014; COSER, 2018).

Vários estudos têm comprovado o efeito de metabólitos extraídos de plantas, como os óleos essenciais e extratos vegetais, que atuam como fungicidas naturais inibindo fungos fitopatogênicos, incluindo o *S. sclerotiorum* (STANGARLIN, 1999; FERRAZ et al., 2003; ATTI-SANTOS, 2010; PANSERA et al., 2013). Por exemplo, foi comprovada a ação antifúngica do óleo essencial de *Azadirachta indica*, *Melaleuca arternifolia*, *Pongamia glabra*, *Piper aduncum*, *Psidium guajava*, *Cinnamomum* sp., *Cymbopogon* sp., *Panax ginseng*, *Salvia officinalis*, entre outros sobre o mofo-branco (MARTINS et al., 2010; GARCIA et al., 2012; PANSERA et al., 2013; SILVA et al., 2018; VALADARES et al., 2018; MORAES et al., 2018).

Tendo em vista que o mofo-branco é uma doença importante para diversas culturas de grande importância econômica, justifica-se a busca de novos compostos para o seu controle. Neste sentido, o óleo essencial extraído das folhas de goiabeira se mostra como uma alternativa viável para este fim, assim justificando a importância de mais estudos sobre este tema.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. Material Vegetal**

A coleta das folhas de *Psidium guajava* ocorreram em março e abril de 2018 na cidade de Rio Verde nas coordenadas S 17° 47' 26.43", W 50° 54' 49.597" a uma altitude de 682 m entre 06:00 e 08:00h da manhã. O material foi coletado da parte superior e inferior do dossel da planta e, em seguida, identificado de forma inicial por suas características morfológicas e, na sequência, confirmada pelo biólogo Marcelo Nogueira Xavier na Universidade Estadual de Montes Claros – MG, onde foi realizado um registro de sua exsicata (número de adesão 4481) e depositada em seu herbário.

## 2.2. Extração do Óleo Essencial

A extração do óleo essencial ocorreu por hidrodestilação utilizando um aparelho do tipo Clevenger, segundo metodologia Silva et al. (2018) em que foi utilizado um total de 20 kg de folhas *in natura*. Na hidrodestilação utilizando Clevenger, o material vegetal foi imerso em água destilada sob aquecimento até a fervura, resultando na formação de componentes voláteis, os quais, após condensação, separam-se da fase aquosa por decantação. O hidrolato foi extraído com diclorometano, em três repetições de 10 mL cada, e a fase orgânica separada com funil de separação. O resíduo de água da fração diclorometano obtida foi retirado utilizando sulfato de sódio anidro e, após a completa evaporação do diclorometano, o óleo essencial obtido teve a sua massa medida em balança analítica e foi armazenado a 4°C em geladeira para posterior análise em CG-MS.

## 2.3. Análise Química do Óleo Essencial

As análises dos constituintes químicos dos óleos essenciais foram realizadas no Laboratório de Análise e Síntese de Agroquímicos (LASA), do Departamento de Química (DEQ) da Universidade Federal de Viçosa. A análise quantitativa dos constituintes do óleo essencial em estudo foi realizada em cromatógrafo a gás Shimadzu GC-17A, equipado com detector de ionização de chama (DIC) e coluna capilar de sílica fundida SPB-5 (30m x 0,25mm, com espessura do filme de 0.25  $\mu\text{m}$ ), com as seguintes condições cromatográficas: Nitrogênio como gás de arraste (1,8 mL/min<sup>-1</sup>), temperatura do injetor de 220°C e do detector de 240°C, temperatura inicial da coluna 40°C, isotérmica por 4 min., seguido de aquecimento a 3°C min até 240°C, permanecendo isotérmica por 15 min; volume de injeção da amostra: 1,0  $\mu\text{L}$  (10 mg.mL<sup>-1</sup> em C<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>); razão de Split, 1:10; pressão da coluna, 115 kPa.

Para identificação dos componentes dos óleos essenciais, utilizou-se aparelho Cromatógrafo Shimadzu CG-17A equipado com coluna de sílica fundida RTX-5 (30m x 0,25mm, com espessura de filme 0.25  $\mu\text{m}$ ), e acoplado a Espectrômetro de Massas CGMS-QP 5050A Shimadzu. As condições cromatográficas foram idênticas as utilizadas no CG-DIC, exceto o gás de arraste, que foi o hélio, e a pressão da coluna, de 100 kPa. Em relação ao espectrômetro de massas, o processo de ionização foi por impacto de elétrons (70 eV) e a amplitude de varredura foi de 30 a 700 Da.

A identificação dos constituintes foi realizada por comparação dos espectros de massas obtidos experimentalmente com os disponíveis na base de dados do equipamento (Wiley 7<sup>a</sup>

edição) e também pela comparação do índice de retenção relativo, calculado a partir da injeção de uma mistura de alcanos (C9 a C26) com a da literatura (ADAMS, 1995).

#### 2.4. Ensaios Antifúngicos

Os ensaios antifúngicos foram realizados no Laboratório de Microbiologia Agrícola do IF Goiano – Campus Rio Verde. Os isolados de *S. sclerotiorum* Ss12 (BRM 29673) e Ss 43 (BRM 29870), utilizados no experimento, foram cedidos pela Embrapa Arroz e Feijão, localizada em Santo Antônio de Goiás, GO, de acordo com SILVA et al. (2009) e ROSADO et al. (2009), com algumas adaptações. Os isolados foram mantidos em estufa de crescimento no Laboratório até a sua utilização nos ensaios. Nos ensaios, os óleos essenciais extraídos das folhas de *P. guajava in natura*, foram avaliados sobre o crescimento micelial de *S. sclerotiorum*, em concentrações pré-definidas de 100, 200 e 300 µL do óleo puro em estudo. Tais concentrações foram previamente testadas, a partir da concentração utilizada por SILVA et al. (2009), que avaliaram esse óleo essencial em outra espécie de fungo.

Para ambos os testes, como controle negativo, utilizou-se a testemunha (ausência do óleo essencial de goiabeira) e fungicida frowside, na concentração de 10 µg ml<sup>-1</sup> do ingrediente ativo, como controle positivo. No teste antifúngico 1, as concentrações do óleo foram adicionadas ao meio de cultura após esterilização e solidificação, bem como para o tratamento com fungicida, com auxílio de uma alça de Drigalski previamente esterilizada. Após a solidificação do meio de cultura, e adição do óleo essencial, discos de BDA de 8 mm de diâmetro, contendo micélio com 7 dias de incubação, foram depositados no centro das placas de Petri de 9 cm de diâmetro, sendo incubadas à 22 ± 3 °C e fotoperíodo de 12 h. A primeira avaliação foi realizada após 48h de incubação e prosseguiu até o crescimento total das testemunhas.

Para o teste antifúngico 2, as concentrações do óleo foram adicionadas em filtros de papel, colocados na tampa da placa de Petri, já contendo os discos de fungo, ou seja, na parte superior evitando o contato direto do fungo com o óleo essencial. Em seguida, as placas foram incubadas com a parte contendo o óleo voltadas para cima, nas mesmas condições descritas para o teste antifúngico 1.

A determinação da inibição do crescimento do fungo, em ambos os testes, foi realizada pela média das repetições para cada tratamento, através de valores de PIC (Percentual de Inibição do Crescimento Micelial), método descrito por EDGINTON et al. (1971).

## 2.5. Análise Estatística

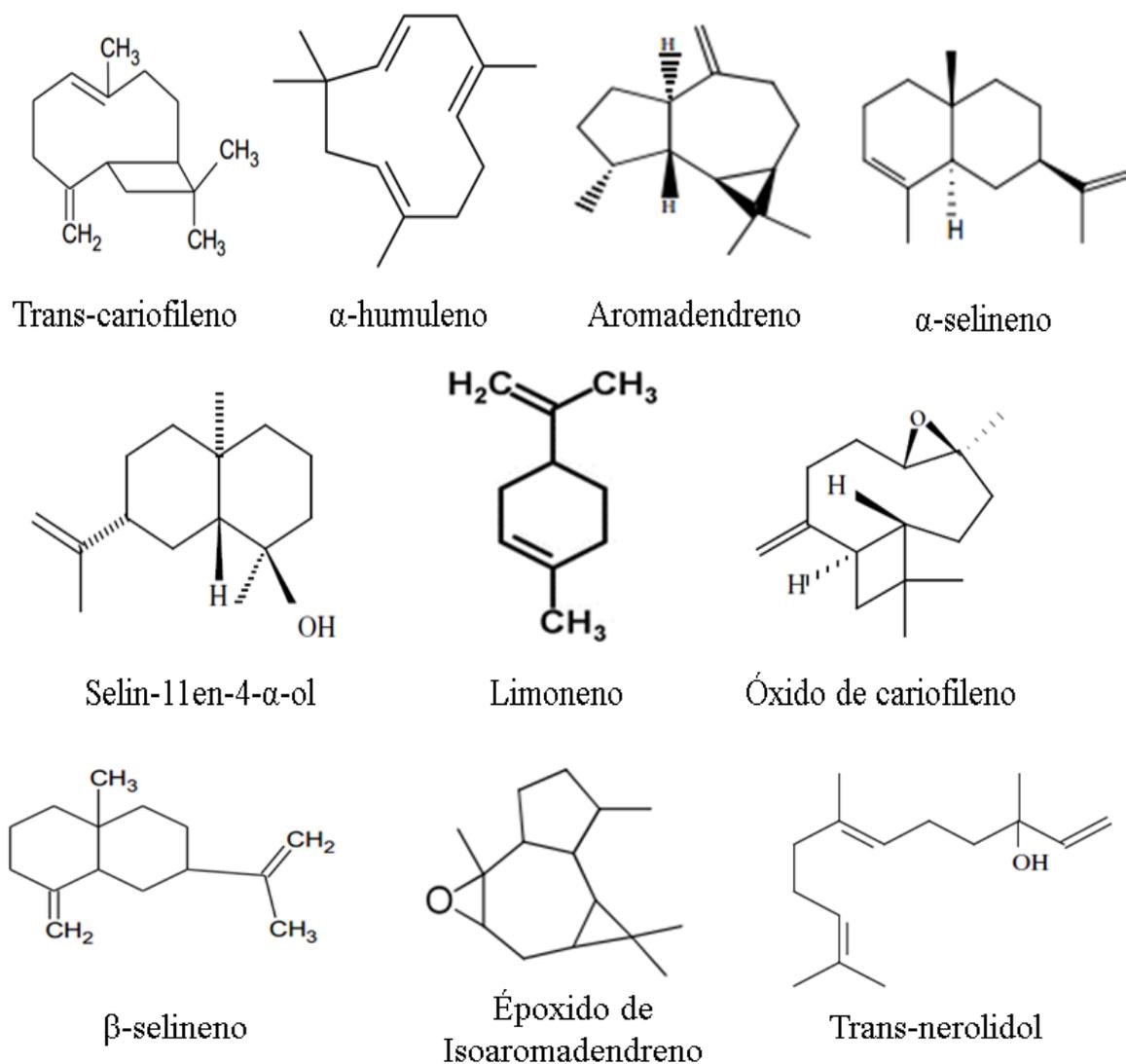
O delineamento experimental, referente ao teste antifúngico utilizado, foi o inteiramente casualizado constituído de 2 testes contendo 5 tratamentos com 3 repetições cada: controle +, controle -, 100, 200 e 300 $\mu$ L. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey (5%), por meio do software ASSISTAT.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Composição Química do Óleo Essencial

A análise da composição química do óleo essencial das folhas *P. guajava* identificou 17 constituintes, correspondendo a 91,4% de compostos divididos entre monoterpenos hidrocarbonados e oxigenados e sesquiterpenos hidrocarbonados e oxigenados listados na Tabela 1.

Os sesquiterpenos são, em geral, menos voláteis que os monoterpenos e podem influenciar sensivelmente o odor dos óleos onde ocorrem (WATERMAN, 1993; LOAYZA et al., 1995). Os monoterpenos hidrocarbônicos e oxigenados identificados foram: limoneno e 1,8-cineol, respectivamente. Já os sesquiterpenos hidrocarbônicos identificados foram:  $\alpha$ -copaeno, trans-cariofileno,  $\alpha$ -humuleno, 4,11-selinadieno,  $\gamma$ -gurjuneno,  $\gamma$ -muuruleno,  $\beta$ -selineno, aromadendreno,  $\alpha$ -selineno,  $\beta$ -bisaboleno,  $\alpha$ -panasinseno e  $\delta$ -cadineno; e os sesquiterpenos oxigenados foram: trans-nerolidol, álcool de cariofileno, óxido de cariofileno, epóxido de  $\alpha$ -humuleno II, longipineno epóxido, epi- $\alpha$ -muurulol,  $\alpha$ -muurulol, selin-11-en-4 $\alpha$ -ol e ciz-Z- $\alpha$ -bisaboleno epóxido (Figura 3).



**Figura 3 – Estrutura química dos principais compostos identificados na composição química do óleo essencial de folhas de *Psidium guajava*.**

Tabela 1 - Constituintes do óleo essencial das folhas de *Psidium guajava*.

Compostos	RI*	RA(%)
Limoneno	1024	2,22 ± 0,2
1,8-cineol	1026	1,50 ± 0,3
$\alpha$ -copaeno	1374	1,05 ± 0,3
trans-cariofileno	1419	18,18 ± 0,4
$\alpha$ -humuleno	1454	26,37 ± 0,2
4,11-selinadieno	1475	1,19 ± 0,2
$\gamma$ -muuroleno	1478	0,83 ± 0,2
Aromadendreno	1488	7,63 ± 0,2
$\alpha$ -selineno	1497	7,35 ± 0,3
$\alpha$ -panasinseno	1517	1,21 ± 0,2
trans-Nerolidol	1566	3,38 ± 0,2
óxido de cariofileno	1585	3,79 ± 0,2
epóxido de $\alpha$ -humuleno II	1612	4,18 ± 0,3
epóxido longipineno	1620	1,61 ± 0,2
epi- $\alpha$ -muurulol	1639	2,97 ± 0,2
$\alpha$ -cadinol	1651	0,78 ± 0,3
Selin-11-en-4 $\alpha$ -ol	1662	7,20 ± 0,2
Total Identificado		91,44
Monoterpenos hidrocarbonados		1,8
Monoterpenos oxigenados		1,2
Sesquiterpenos hidrocarbonados		62,0
Sesquiterpenos oxigenados		14,8

\*RI – Índice de retenção obtido com referência em série homologa de n-alcenos usando coluna SPB-5. \*RA – Área relativa (área do pico em relação ao pico total no cromatograma CG-MS), média de três repetições  $\pm$  - desvio padrão.

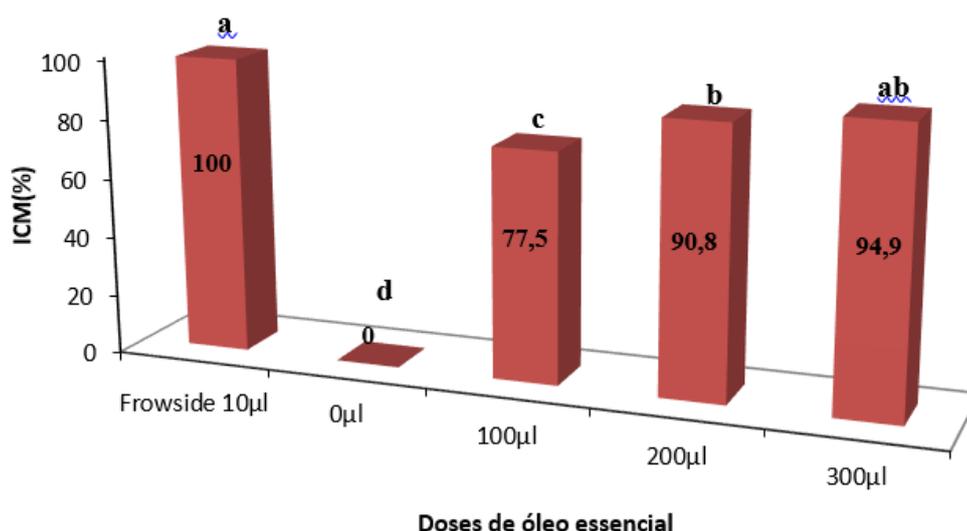
Dentre estes compostos, foram identificados dois compostos majoritários: o trans-cariofileno (18,2%) e o  $\alpha$ -humuleno (26,4%). Estes resultados estão de acordo com os resultados encontrados por Craveiro et al. (1981), Cuellar et al. (1984), Pino et al. (2001) e Silva et al. (2018) demonstrando que a composição química descrita neste trabalho está semelhante com as encontradas por aqueles autores, além de indicar a presença de importantes compostos com bioatividade, como a ação fungicida, como o 1,8-cineol, limoneno, trans-cariofileno,  $\alpha$ -humuleno, óxido de cariofileno, entre outros.

Algumas diferenças podem ser encontradas na composição de óleos essenciais, inclusive no óleo essencial extraído das folhas da goiabeira. Isso pode ser em decorrência de fatores ambientais, da época do ano, do horário da coleta e do processo de secagem em que as folhas foram submetidas antes da extração do óleo essencial, sendo que esses fatores são importantes para se obter um óleo essencial mais padronizado em relação a sua quantidade e composição química (OLIVEIRA et al., 2011).

### 3.2. Ensaios Antifúngicos

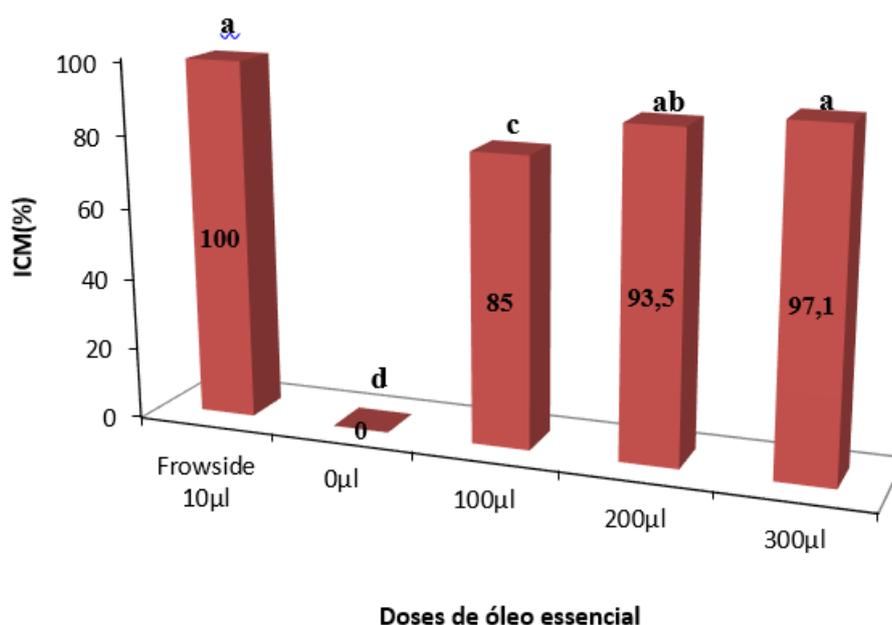
Os resultados obtidos da atividade do óleo essencial de folhas de goiabeira sobre o crescimento micelial de *S. sclerotiorum* podem ser observados nas Figuras 4 e 5. O óleo essencial das folhas *in natura* de *P. guajava* possibilitou inibição micelial superior a 90% em ambos os ensaios.

No teste de percentagem de inibição do crescimento micelial (PIC) do método direto, ao se comparar as concentrações previamente testadas, a partir da utilizada por SILVA et al. (2009) de 100, 200 e 300 $\mu$ L do óleo essencial puro extraídos das folhas *in natura* (Figura 4), verifica-se que as concentrações diferiram entre si e os resultados indicaram um efeito mais pronunciado da maior dosagem 300 $\mu$ L com 94,9% de inibição em relação à menor dosagem (100 $\mu$ L), com 77,5% de inibição. Na dose de 200 $\mu$ L, o óleo essencial da goiabeira possibilitou 90,8% de inibição do fungo *S. sclerotiorum* e, na dose de 300 $\mu$ L, isto foi equivalente a 94,9%, mostrando-se a mais eficaz dentre as concentrações utilizadas. Tais resultados confirmam o potencial fungicida dos metabólitos presentes no óleo essencial. Nesta avaliação, todos os resultados de PIC foram comparados ao controle positivo, o fungicida Frowside com concentração de 10 $\mu$ L que possibilitou inibição micelial de 100%.



**Figura 4 – Percentual de inibição micelial do óleo essencial de folhas *in natura* de goiabeira de forma direta sobre fungo *Sclerotinia sclerotiorum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).**

Já o percentual de inibição de crescimento micelial obtido do óleo essencial extraído das folhas *in natura* da goiabeira, aplicado de forma volátil sem contato com o fungo (Figura 5), foi possível observar que os resultados para a concentração de 100 e 200µL de óleo puro diferiram entre si, e a concentração de 200µL não diferiu da de 300µL. Mas as concentrações de 100 e 300µL diferiram entre si, sendo que as concentrações de 100, 200 e 300µL possibilitaram inibição micelial de 85, 93,5 e 97,1%, respectivamente, comprovando que, a partir da dose 100µL de óleo puro, o óleo essencial em estudo demonstra potencial fungicida.



**Figura 5 – Percentual de inibição micelial do óleo essencial das folhas *in natura* de goiabeira de forma indireta sobre o fungo *Sclerotinia sclerotiorum*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey, 5%).**

Ao se comparar a eficiência do óleo essencial *in natura* puro aplicado de forma direta com a indireta, pode-se observar que ambos possibilitaram elevada eficiência de controle de *S. sclerotiorum*. A inibição na forma direta atingiu 94,9% e, na forma indireta, a 97,1% com a dose de 300µL de óleo puro, sendo que a forma de aplicação não interferiu neste resultado.

O fato do óleo essencial aplicado indiretamente ao fungo ter possibilitado maior percentual de inibição pode ser pelo óleo, na forma de vapor, penetrar melhor nas estruturas fúngicas e inibir seu crescimento, interferindo na divisão celular, permeabilidade de membranas e na ativação de enzimas. Isto porque no estado gasoso, sua entrada é facilitada comparada ao estado líquido (ROSADO et al., 2009).

Pereira et al. (2006) avaliaram o potencial fungicida do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) e observaram tendência de aumento nos índices de inibição, proporcional ao aumento da concentração testados. Tais resultados foram semelhantes aos observados no presente trabalho. Similarmente, Hanif et al. (2018) comprovaram ação antifúngica do óleo essencial de *P. guajava* contra *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium solani* e *Rhizopus solani*, sendo possível comprovar seu potencial antifúngico.

Essa ação antifúngica do óleo essencial das folhas de goiabeira pode estar relacionada à presença de importantes metabólitos especiais com potencial fungicida como o 1,8- cineol, limoneno, *trans*-cariofileno,  $\alpha$ -humuleno, óxido de cariofileno, entre outros (CUELLAR et al.,

1984; PINO et al., 2001; LIMA et al., 2010; KHADRIA et al., 2014; ARAIN et al., 2017; HANIF et al., 2018; BORAH et al., 2019).

Santos et al. (2010) relatam que a maior ou menor atividade biológica dos óleos essenciais depende de alguns constituintes químicos em especial (citrал,  $\alpha$ -pineno, 1,8-cineol, *trans*-cariofileno, furanodieno, limoneno, eugenol e carvacrol). Salienta-se, portanto, que devido à complexidade da composição química de um óleo essencial, torna-se difícil relacionar a atividade biológica a apenas uma substância específica presente, pois estas podem agir em sinergismo e desempenhar essa ação antifúngica.

Segundo Perveen et al. (2018), essa ação antifúngica exercida pelos óleos essenciais pode estar relacionada ao fato de que estes podem modificar o crescimento em geral desses fitopatógenos causando achatamento das pontas das hifas, impedindo seu desenvolvimento. Isto pode causar a morte do fungo, além de seu caráter lipofílico que lhe permite atravessar a parede celular e membrana plasmática destruindo, portanto, a estrutura celular causando danos a essas membranas levando a apoptose e necrose celular do fitopatógeno (PERVEEN et al., 2018; SONG et al., 2018; KANG et al., 2019).

Contudo, os resultados obtidos neste trabalho indicam o possível potencial antifúngico do óleo essencial de folhas de goiabeira sobre o fungo *S. sclerotiorum*. Sendo assim, demonstra que a utilização de óleos essenciais pode ser uma ferramenta para o controle de fitopatógenos. Ressalta-se ainda, a grande necessidade de estudos sobre este tema, visando ao desenvolvimento de um biofungicida para ser utilizado em culturas afetadas pela doença mofo-branco.

#### 4. CONCLUSÕES

O óleo essencial extraído das folhas *in natura* de goiabeira apresentou em sua composição 17 compostos, sendo como constituintes majoritários o *trans*-cariofileno,  $\alpha$ -humuleno, sendo considerados com propriedades antifúngicas por diversos autores.

O óleo essencial, extraído das folhas de goiabeira *in natura*, tanto na aplicação direta como na indireta possibilitou PIC de 94,9 e de 97,1%, respectivamente, ambos com a dose de 300 $\mu$ L de óleo puro, demonstrando potencial fungicida contra *S. sclerotiorum*.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, R.P. Identification of essential oil components by Gas Chromatography/Mass spectroscopy. Allured Publishing Corporation: Illinois USA, p. 456, 1995.
- AJAIKUMAR, K. B.; ASHEEF, M.; BABU, B. H.; PADIKKALA, J. The inhibition of gastric mucosal injury by *Punica granatum* L.(pomegranate) methanolic extract. Journal of Ethnopharmacology, v. 96, p.171,2005.
- ALCANTARA, J. M. Composição química e potencial biológico dos óleos essenciais de Annonaceae dos campi INPA e UFAM. 2015. 151f. Tese (Doutorado em Química) Universidade Federal do Amazonas – AM, 2015.
- ALMEIDA, C. E.; KARNIKOWSKI, M. G.; FOLETO, R.; BALDISSEROTTO, B. Revista Saúde Pública, v. 29, n. 6, p. 428-33, 1995.
- AMORIM, A. G. N.; SOUZA, J. M. T.; SANTOS, R. C.; GULLÓN, B.; OLIVEIRA, A.; SANTOS, L. F. A. VIRGINO, A. L. E.; MAFUD, A. C.; PETRILLI, H. M.; MASCARENHAS, Y. P.; DELERUE-MATOS, C.; PINTADO, M. E.; LEITE, J. R. S. A. HPLC-DAD, ESI - MS/MS and NMR of lycopene isolated from *P. guajava* L. and its biotechnological applications. European Journal of Lipid Science and Technology, 2017.
- ARAIN, A., SHERAZI, S. T. H., MAHESAR, S. A., SIRAJUDDIN. Spectroscopic and chromatographic evaluation of solvent extracted guava seed oil. International Journal of Food Properties, v. 20, n.1, p. 556–563, 2017.
- ATTI-SANTOS, A.C.; ROSSATO, M.; SERAFINI, L.A.; BUENO, M.; CRIPPA, L.B.; SARTORI, V.; DELLACASSA, E.; MOYNA, P. *Efeito fungicida dos óleos essenciais de Schinus molle L. e Schinus terebinthifolius Raddi, Anacardiaceae, do Rio Grande do Sul. Brazilian Journal of Pharmacognosy.* v. 20, p.154-159, 2010.
- BATISTA, P. F., LIMA, M. A. C., TRINDADE, D. C. G., ALVES, R. E. Quality of different tropical fruit cultivars produced in the Lower Basin of the São Francisco Valley. Revista Ciência Agronômica, v. 46, n. 1, 2015.
- BEATRIZ, P.M.; EZEQUIEL, V.V.; AZUCENA, O.C.; PILAR, C.R. Antifungal activity of *Psidium guajava* organic extracts against dermatophytic fungi., Journal of Medicinal Plants Research, v. 6, p. 5435-5438, 2012.
- BERGER-NETO, A.; JACCOUD-FILHO, D.D.S.; WUTZKI, C.R.; TULLIO, H.E.; PIERRE, M.L.C.; MANFRON, F.; JUSTINO, A. *Effect of spray droplet size, spray volume and fungicide on the control of white mold in soybeans.* Crop Protection, v. 92, p. 190-197, 2017.
- BEGUM, S.; HASSAN, S. I.; SIDDIQUI, B. S.; SHAHEEN, F.; GHAYUR, M. N.; ANWAR H. GILANI, A. H. Triterpenoids from the leaves of *Psidium guajava*. Phytochemistry, v. 61, p. 399 - 403, 2002.
- BOLAND, G.J.; HALL, R. Index of plant hosts of *Sclerotinia sclerotiorum*. Canadian Journal Plant Pathology, v.16, n. 2, p. 93–108, 1994.

BORAH, A., PANDEY, S. K., HALDAR, S., LAL, M. Chemical Composition of Leaf Essential Oil of *Psidium guajava* L. from North East India. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, v. 22, n. 1, p. 248-253, 2019.

BRUSTOLIN, R. Produção de inóculo e sobrevivência de *Sclerotinia sclerotiorum*. Passo Fundo: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, 2012, 119f. Monografia, 2012.

BUVANESWARI, S.; RAADHA, C. K.; KRISHNAVENI, N.; JAYASHREE, S. *In-vitro* antimicrobial activity of *Psidium guajava* against clinically important strains, *European Journal of Legal Studies*, v.1, n.1, p. 14-22, 2011.

CARAMÊS, E. T. S.; ALAMAR, P. D.; POPPI, R. J.; PALLONE, J. A. L. Quality control of cashew apple and guava nectar by near infrared spectroscopy. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 56, p. 41-46, 2017.

CHAGAS, J. H.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; SANTOS, F. M., Produção de biomassa e teor de óleo essencial em função da idade e época de colheita em plantas de hortelã-japonesa, *Acta Scientiarum - Agronomy*, v. 33, n. 2, p. 327-334, 2011.

CHEN, K.C.; PENG, C.C.; CHIU, W.T.; CHENG, Y.T.; HUANG, G.T.; HSIEH, C.L. Action mechanism and signal pathways of *Psidium guajava* L. aqueous extract in killing prostate cancer LNCaP cells, *Nutrition and Cancer*, v. 62, n. 2, p. 260- 270, 2010.

COSER, E. Potencial de óleos essenciais no controle do fungo *Sclerotinia rolfsii in vitro* e em plantas de tomate. 2018. 39p. Trabalho de conclusão de curso – Agronomia- Universidade Federal de Santa Catarina – SC, 2018.

CRAVEIRO, A. A.; FERNANDES, A. G.; ANDRADE, C. H. S.; MATOS, F. J. A.; ALENCAR, J. W.; MACHADO, M. I. L. Óleos essenciais de plantas do nordeste. [S. l.]: UFC, 1981. 210 p, 1981.

CUELLAR, A. C.; LARA, R. A.; ZAYAS, J. P. *Psidium guajava* L. Tamizaje fitoquímico y estudio del aceite esencial. *Revista Cubana de Farmacia*, v. 18, n. 1, p. 92-99, 1984.

DÍAZ-DE-CERIO, E.; GÓMEZ-CARAVACA, A. M.; VERARDO, V.; FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A.; SEGURA-CARRETERO, A. Determination of guava (*Psidium guajava* L.) leaf phenolic compounds using HPLC-DAD-QTOF-MS. *Journal of Functional Foods*, v. 22, p. 376 - 388, 2016.

DILDEY, O.D.F.; BARBIAN, J.M.; GONÇALVES, E.D.V.; BROETTO, L.; ETHUR, L.Z.; KUHN, O.J.; BONETT, L.P. Inibição do crescimento *in vitro* de *Sclerotinia sclerotiorum*, causador de mofo-branco, por isolados de *Trichoderma* spp. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 12, n. 3, p. 132-136, 2014.

EBADOLLAHI, A. Essential Oils Isolated from Myrtaceae Family as Natural Insecticides. *Annual Review & Research in Biology* v.3, n.3, p.148-175, 2013.

EDGINTON, L.V. et al. Fungitoxic spectrum of benzimidazole compounds. *Phytopathology*, v.62, p.42,1971.

- ETEMADIPOOR, R., RAMEZANIANA, A., DASTJERDIB, A. M., SHAMOLIB, M. *The potential of gum arabic enriched with cinnamon essential oil for improving the qualitative characteristics and storability of guava (Psidium guajava L.) fruit*. Scientia Horticulturae, v. 251, p. 101-107, 2019.
- FENG, X.; WANG, Z.; MENG, D.; LI, X. Cytotoxic and antioxidant constituents from the leaves of *Psidium guajava*. Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters, v. 25, p. 2193–2198, 2015.
- FERNANDES, M. R. V.; DIAS, A. L. T.; CARVALHO, R. R.; SOUZA, C. R. F.; OLIVEIRA, W. P. Antioxidant and antimicrobial activities of *Psidium guajava* L. spray dried extracts. Industrial Crops and Products, v. 60, p. 39 – 44, 2014.
- FERRAZ, L.C.L., BERGAMIN, F. A., AMORIN, L.; NASSER, L.C.B. Viabilidade de *Sclerotinia sclerotiorum* após a solarização do solo na presença de cobertura morta. Fitopatologia Brasileira, v. 28, n. 1, p. 17-26, 2003.
- FLORES, G.; WU, S.; NEGRIN, A.; KENNELLY, E. J. Chemical composition and antioxidant activity of seven cultivars of guava (*Psidium guajava*) fruits. Food Chemistry, v. 170, p. 327 - 335, 2015.
- FREITAS, S. T. F. POTENCIAL DE EXTRATOS DE PLANTAS NO CONTROLE DE INSETOS-PRAGA: UM LEVANTAMENTO CIENCIOMÉTRICO E ANÁLISES DE EFEITOS BIOLÓGICOS...], 2018. 88 p. Dissertação (Mestrado em BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO) -- Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde,GO, 2018.
- GARCIA, R.A.; JULIATTI, F.C.; BARBOSA, K.A.G.; CASSEMIRO, T.A. Antifungal activity of vegetable oils and extracts against *Sclerotinia sclerotiorum*. Bioscience Journal, v. 28, n. 1, p. 48-57, 2012.
- GERALDINE, A.M.; LOBO JUNIOR, M.; MARCELI, H. Influência da temperatura e da umidade do solo na germinação carpogênica e parasitismo de escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum*. In: WORKSHOP DE EPIDEMIOLOGIA DE DOENÇAS DE PLANTAS, 3., 2010, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p.75, 2010.
- GOMES, R. S. S., ARAUJO, A. E., NASCIMENTO, L. C., FEITOZA, E. D. A., DEMARTELAERE, A. C. F. Caracterização da *Sclerotinia sclerotiorum*, transmissão e qualidade fisiológica em sementes de algodoeiro. Acta Iguazu, v.6, n. 4, p. 105-113, 2017.
- GONCALVES, F.A.; ANDRADE NETO, M.; BEZERRA, J. N. S.; MACRAE, A.; SOUSA, O. V.; FONTELES-FILHO, A. A.; VIEIRA, R. H.S.F. Antibacterial activity of guava, *Psidium guajava* Linnaeus, leaf extracts on diarrhea-causing enteric bacteria isolated from seabob shrimp, *Xiphopenaeus kroyeri* (HELLER). Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo, v. 50, p.11-15, 2008.
- GONZAGA NETO, L.; SOARES, J.M. Goiaba para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 49 p.
- GORGEN, C.A.; HIKISHIMA, M.; NETO, A.N.S.; CARNEIRO, L.C.; JUNIOR, M.L. Mofobranco (*Sclerotinia sclerotiorum*). In: ALMEIDA, A.M.R.; SEIXAS, C.D.S. Soja: Doenças Radiculares e de Hastes e Inter-relações com o Manejo do Solo e da Cultura. 1 ed. Londrina: Embrapa Soja, p.73-104, 2010.

GUENTHER, E. The essential oils: Individual essential oils of the plant families Gramineae, Lauraceae, Burseraceae, Myrtaceae, Umbelliferae and Geraniaceae. Van Nostrand, v. 4, 1950.

GUERRA, R. C. Patogenicidade de isolados de *Sclerotinia sclerotiorum* sobre genótipos de soja. 2017. 56p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria –SC, 2017.

HAGSTRUM, D. W.; PHILLIPS, T. W. Evolution of stored-product entomology: protecting the world food supply. Annual Review of Entomology, v. 62, p. 379-397, 2017.

HANIF, M.U., HUSSAIN, A. L., CHATHA, S. A. S., KAMAL, G. M., AHMAD, T. Variation in composition and bioactivities of essential oil from leaves of two different cultivars of *Psidium guajava* L. Journal of Essential Oil Bearing Plants, v. 21, n. 1, p. 65-76, 2018.

HU, S., ZHANG, J., ZHANG, Y., YE, S., ZHU, F. Baseline sensitivity and toxic actions of boscalid against *Sclerotinia sclerotiorum*. Crop Protection, v.110, p.83-90, 2018.

JACCOUD-FILHO, D. S.; SARTORI, F.F.; MANOSSO-NETO, M.; VRISMAN, C.M.; PIERRE, M.L.C.; BERGER-NETO, A.; TULLIO, H.E.; JUSTINO, A.; FONSECA, A.; ZANON, S. Influence of row spacing and plant population density on management of “white mould” in soybean in southern Brazil. Australian Journal of Crop Science, v. 10, n. 2, 2016.

JIA, W., HU, C., XU, J., MING, J., ZHAO, Y., CAI, M., SUN, X., LIU, X., ZHAO, X. Dissolved organic matter derived from rape straw pretreated with selenium in soil improves the inhibition of *Sclerotinia sclerotiorum* growth. Journal of Hazardous Materials, v. 369, p. 601-610, 2019.

JIAO, Y.; ZHANG, M.; WANG, S.; YAN, C. Consumption of guava may have beneficial effects in type 2 diabetes: A bioactive perspective. International Journal of Biological Macromolecules, v. 101, p. 543 - 552, 2017.

JOSEPH B, PRIYA RM, Phytochemical and biopharmaceutical aspects of *Psidium guajava* (L.) essential oil: A review, Res J Med Plant, v.5, p.432-442, 2011.

KANG, J. H., PARK, S. J., PARK, J. B., SONG, K. B. Surfactant type affects the washing effect of cinnamon leaf essential oil emulsion on kale leaves. Food Chemistry, vol. 271, p. 122–128, 2019.

KARIAWASAM, K. W. J. C.; PATHIRANA, R. N.; RATNASOORIVA, W. D.; HANDUNNETTI, S.; ABEYSEKERA, W. P. K. M. Phytochemical profile and *in vitro* anti-inflammatory activity of aqueous leaf extract of Sri Lankan variety of *Psidium guajava* L. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, v. 6, n. 4, p. 22–26, 2017.

KHADRIA, A.; MOKNIB, R.E.; ALMEIDAC, C.; NOGUEIRA, J.M.F.; ARAUJO, E.M. Chemical composition of essential oil of *Psidium guajava* L. growing in Tunisia. Industrial Crops and Products v.52, p.29– 31, 2014.

KUHN, O.J.; PORTZ, R.L.; STANGARLIN, J.R.; DEL ÁGUILA, R.M.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; FRANZENER, G. Efeito do extrato aquoso de cúrcuma (*Curcuma longa*) em *Xanthomonas axonopodis* pv. manihotis. Ciências Agrárias, v. 27, p.13-20, 2006.

- KUMAR, V., VARSHA, S., RANI, B., TUSHAR, K., SHIVANJALI, K., NARENDRA, K. Phytochemical profile, anti-oxidant, anti-inflammatory, and antiproliferative activities of *Pogostemon deccanensis* essential oils. *Biotech.*, v.9, n.1, p.31, 2019.
- LANDRUM, L.R., KAWASAKI, M.L. The genera of Myrtaceae in Brazil: na illustrated synoptic treatment and identification Keys. *Brittonia*, vol. 49, p. 509-536, 1997.
- LEE, W.C.; MAHMUDA, R.; PILLAI, S.; PERUMALA, S.; ISMAIL, S. Antioxidant Activities of Essential Oil of *Psidium guajava* L. Leaves. *APCBEE Procedia*, v.2, p.86 – 91, 2012.
- LIMA, R.K.; CARDOSO, M.G.; ANDRADE, M.A.; NASCIMENTO, E.A.; MORAIS, S.L.; NELSON, D.L. Composition of the essential oil from the leaves of tree domestic varieties and one wild variety of the guava plant (*Psidium guajava* L., Myrtaceae) *Brazilian Journal of Pharmacognosy* v. 20, n.1, p. 41-44, 2010.
- LIU, S., JIANG, J., CHE, Z., TIAN, Y., CHEN, G. et al., Baseline sensitivity and control efficacy of fluazinam against *Sclerotinia sclerotiorum* in Henan Province, China. *Journal of Phytopathology*, v.167, n. 2, p.75-77, 2019.
- LOAYZA, I. et al. Essential oils of *Baccharis salicifolia*, *B. latifolia* and *B. dracunculifolia*. *Phytochemistry*, v. 38, n. 02, p. 381-389, 1995.
- LOZOYA, X.; REYES-MORALES H.; CHÁVEZ-SOTO M. A.; MARTÍNEZGARCÍA M. DEL C.; SOTO-GONZÁLEZ Y.; DOUBOVA, S. V. Intestinal anti-spasmodic effect of a phytodrug of *Psidium guajava* folia in the treatment of acute diarrheic disease *Journal of Ethnopharmacology*, v. 83, n. 1/2, p. 19-24, 2002.
- MANOSROI, J., DHUMTANOM, P., MANOSROI, A., Anti-proliferative activity of essential oil extracted from Thai medicinal plants on KB and P388 cell lines. *Cancer Letters*, v. 235, p.114-120, 2006.
- MARQUES, J. S. Compostos ativos de folhas de *Eugenia uniflora* e seus efeitos contra mofo-branco causado por *Sclerotinia sclerotiorum* em plantas de feijoeiro. 2014. 81p. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade Federal de Goiás – GO. 2014.
- MARTINS, A. G. L. A.; NASCIMENTO, A. R.; FILHO, J. E. M.; FILHO, N. E. M.; SOUZA, A. G.; ARAGÃO, N. E.; SILVA, D. S. V. Atividade antibacteriana do óleo essencial do manjeriço frente a sorogrupos de *Escherichia coli* enteropatogênica isolados de alfaces. *Ciência Rural*, v. 40, n. 8, p.791-1796, 2010.
- MC LEAN, D. Role of dead flower parts in infection by certain crucifers by *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Dis Rep*, v. 42, p. 663–666, 1958.
- MENDES, L. A., MARTINS, G. F., VALBON, W. R., SOUZA, T. S., MENINI, L., FERREIRA, A., FERREIRA, M. F. S. et al., 2017 - Larvicidal effect of essential oils from Brazilian cultivars of guava on *Aedes aegypti* L. *Industrial Crops and Products*, v. 108, p. 684–689, 2017.
- MENDES, L. A., SOUZA, T. S., MENINI, L., GUILHEN, J. H. S., BERNARDES, C. O., FERREIRA, A., FERREIRA, M. F. S. Spring alterations in the chromatographic profile of leaf

essential oils of improved guava genotypes in Brazil. *Scientia Horticulturae*, v. 238, p. 295–302, 2018.

MENEZES, J. S. Ação Antimicrobiana *in vitro* de *Psidium guajava* L. contra *Staphylococcus aureus* isolados de leite materno. 2013. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas- MG. 2013.

MEYER, M.C.; et al. Eficiência de fungicidas para controle de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em soja, na safra 2014/2015: resultados sumarizados dos 24 ensaios cooperativos. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 4 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 114).

MORAES, S. P. C. B., MORAES, W. B., MORAES, W. B., CAMARA, G. R., MACIEL, K. S., LIMA, P. A. M., FERREIRA, A., ALEXANDRE, R. S., LOPES, J. C. Cinnamon and citronella essential oils in the *in vitro* control of the fungi *Aspergillus* sp. and *Sclerotinia sclerotiorum*. *African Journal of Agricultural Research*, v. 13, n. 35, p. 1811-1815, 2018.

NA, R., LUO, Y., BO, H., ZHANG, J., JIA, R., MENG, Q., ZHOU, H., HAO, J., ZHAO J. Responses of sunflower induced by *Sclerotinia sclerotiorum* infection. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, v.102, p.113-121, 2018.

NASCIMENTO, G. G. F.; JULIANA LOCATELLI, J.; FREITAS, P. C.; SILVA, G. L. Antibacterial activity of plant extracts and phytochemicals on antibiotic-resistant bacteria, *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 31, n. 4, p. 247-256, 2000.

NEGREIROS, P. S., COSTA, D. S., SILVA, V. G., LIMA, I. B. C., NUNES, D. B., SOUSA, F. B. M., ARAUJO, T. S. L., MEDEIROS, J. V. R., SANTOS, R. F., OLIVEIRA, R. C. M. Antidiarrheal activity of  $\alpha$ -terpineol in mice. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, v. 110, p. 631–640, 2019.

NGBOLUA, K., LUFULUABO, G.L., MOKE, L.E., BONGO, G.N., LIYONGO, C.I., ASHANDE, C.M., SAPO, B.S., ZOAWA, B.G., MPIANA, P.T. A review on the phytochemistry and pharmacology of *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) and future direction. *Discovery Phytomedicine*, v. 5, n. 2, p. 7–13, 2018.

NORA, C. D.; MULLER, C. D.; BONA, G. S.; RIOS, A. O.; HERTZ, P. F.; JABLONSKI, A.; JONG, E. V.; FLÔRES, S. H. Effect of processing on the stability of bioactive compounds from red guava (*Psidium cattleianum* Sabine) and guabiju (*Myrcianthes pungens*). *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 34, p.18-25, 2014.

NUNES, J. C.; LAGO, M. G.; CASTELO-BRANCO, V. N.; OLIVEIRA, F. R.; TORRES, A. G.; PERRONE, D.; MONTEIRO, M. Effect of drying method on volatile compounds, phenolic profile and antioxidant capacity of guava powders. *Food Chemistry*, v. 197, p. 881-890, 2016.

OH, W. K.; LEE, C. H.; LEE, M. S.; BAE, E. Y.; SOHN, C. B.; OH, H.; KIM, B. Y.; AHN, J. S. Antidiabetic effects of extracts from *Psidium guajava*. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 96, p. 411 - 415, 2005.

OLIVEIRA, M.T.R.; BERBERT, P.A.; MATOS, C.R.R.; MATHIAS, L.; MOREIRA, R.O. Efeito da temperatura do ar de secagem sobre o teor e a composição química do óleo essencial de *Pectis brevipedunculata*, *Quim. Nova*, Vol. 34, No. 7, 1200-1204, 2011.

- OLIVEIRA, M. L. F., 2018. Aspectos reprodutivos da goiabeira (*Psidium guajava*) e de araçazeiros (*Psidium guineense* e *Psidium cattleianum*) visando o desenvolvimento de cultivares. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – RJ, 2018.
- PANSERA, M.R., PAULETTI, M., FEDRIG, C.P., SARTORI, V.C. and RIBEIRO, R.T.S. Utilization of essential oil and vegetable extracts of *Salvia officinalis* L. in the control of rot sclerotinia in lettuce. *Applied Research and Agrotecnology*. v. 6, n. 2, p. 83-88, 2013.
- PAVAN, M.A.; KUROZAWA, C. Doenças da alface (*Lactuca sativa*). KIMATI, H.; AMORIN, L.; BERGAMIN, F.A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Ed Agronômica Ceres, 1997. v.2, cap. 4, p.18-25, 1997.
- PEDROSA, F. P. C. PedBioatividade de óleos essenciais frente a bactérias fitopatogênicas (*Solanum lycopersicum* L.) 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas-SP, 2016.
- PEREIRA, M. C.; VILELA, G. R.; COSTA, L. M. A. S.; SILVA, R. G.; FERNANDES, A. F.; FONSECA, E. W. N.; PICOLLI, R. H. Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos. *Ciênc. agrotec.*, v. 30, n. 4, p. 731-738, 2006.
- PERVEEN, K., BOKHARI, N. A., SIDDIQUE, I., AL-RASHID, S. A. I. Antifungal Activity of Essential Oil of *Commiphora molmol* Oleo Gum Resin. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, v. 2, n.3, p. 667–673, 2018.
- PIGNATTI, W. A., SOUZA E LIMA, F. A. N., LARA, S. S., CORREA, M. L. M., BARBOSA, J. R., LEAO, L. H. C., PIGNATTI, M. G. Spatial distribution of pesticide use in Brazil: a strategy for Health Surveillance. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, 2017.
- PINO, J. A.; AGUERO, J.; MARBOT, R.; FUENTES, V. Leaf oil of *Psidium guajava* L. from Cuba. *Journal of Essential Oil Research*, v. 31, n. 1, p. 61-62, 2001.
- PURDY, L.H. Sclerotinia sclerotiorum: history, diseases and symptomatology, host range, geographic distribution, and impact. *Phytopathology* 69: 875-880, 1979.
- QIN, X. J., YU, Q., YAN, H., KHAN, A., FENG, M. Y., LI, P. P., HAO, X. J., AN, L. K., LIU, H. Y. Meroterpenoids with Antitumor Activities from Guava (*Psidium guajava*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, p. 65, p. 4993–4999, 2017.
- RAJKUMAR, S.; JEBANESAN, A. Repellent activity of selected plant essential oils against the malarial fever mosquito *Anopheles stephensi*. *Tropical Biomedicine*, v. 24, n. 2, p. 71–75, 2007.
- RAMOS, R. S.; RODRIGUES, A. B.; FARIAS, A. L.; SIMÕES, R. C.; PINHEIRO, M. T.; FERREIRA, R. M; BARBOSA, L. M. C.; SOUTO, R. N. P.; FERNANDES, J. B.; SANTOS, L. D.; ALMEIDA, S. S. Chemical composition and *in vitro* antioxidant, cytotoxic, antimicrobial, and larvicidal activities of the essential oil of *Mentha piperita* L. (Lamiaceae). *The Scientific World Journal*, v. 17, p. 1-8, 2017.
- RANDUZ, M., Óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*, L.): extração,

encapsulação, potencial antimicrobiano e antioxidante. 2017. 146 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Alimentos, Universidade Federal de Pelotas –RS, 2017.

RATTANACHAIKUNSOPON, P.; PHUMKHACHORN, P. Bacteriostatic effect of flavonoids isolated from leaves of *Psidium guajava* on fish pathogens. *Fitoterapia*, v. 78, p. 434–436, 2007.

ROSADO, L. D. D., RODRIGUES, H. C. A.; PINTO, J. E. B. P.; CUSTODIO, T. N.; PINTO, L. B. B.; BERTOLUCCI, S. K. V. Alelopátia do extrato aquoso e do óleo essencial de folhas do manjeriço “Maria Bonita” na germinação de alface, tomate e melissa. *Revista Brasileira de Plantas Medicináveis*, v.11, n.4, p. 422-428, 2009.

SANTOS, A. C. A. et al. Efeito fungicida dos óleos essenciais de *Schinus molle* L. e *Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae, do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 154-159, 2010.

SANTOS, R. C., *Atividade do extrato rico em licopeno da goiaba vermelha (Psidium guajava L.) em células de adenocarcinoma mamário in vitro*. 2017. 115p. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Piauí – PI, 2017.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. *Floresta*, v. 30, n. 1/2, p. 129-137, 2000.

SHAH, A., S. BEGUM, S. HASSAN, S. ALI, B. S., GILANI, A.H. “*Pharmacological Basis for the Medicinal Use of Psidium Guajava Leave in Hyperactive Gut Disorders*”. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, v. 6, n. 2, p. 100-105, 2011.

SHAO, X., CHENG, S., WANG, H., HU, D., MUNGAI, C. The possible mechanism of antifungal action of tea tree oil on *Botrytis cinerea*. *Journal of Applied Microbiology*, v. 114, p. 1642-1649, 2013.

SHURUTHI, S. D.; ROSHAN, A.; TIMILSINA, S. S.; SUNITA, S. A Review on the medicinal plant *Psidium Guajava* Linn. (Myrtaceae). *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, v.3, n. 2, p. 162-168, 2013.

SILVA, A.C., SALES, N.L.P., ARAÚJO, A.V., JUNIOR, C.F.C. EFEITO IN VITRO DE COMPOSTOS DE PLANTAS SOBRE O FUNGO *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. ISOLADO DO MARACUJAZEIRO. *Ciênc. agrotec.*, v. 33, Edição Especial, p. 1853 -1860, 2009.

SILVA, E. A. J. Extração de óleo essencial das folhas de *Psidium guajava*, análise da influência da secagem do material vegetal sobre o teor e a composição química do óleo essencial e avaliação antifúngica sobre *Sclerotinia sclerotiorum*. 2014. 104p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – instituto Federal Goiano Campus Rio Verde – GO. 2015.

SILVA, E. A. J.; ESTEVAM, E. B. B., SILVA, T. S., NICOLELLA, H. D., FURTADO, R. A., ALVES, C. C. F., SOUCHIE, E. L., MARTINS, C. H. G., TAVARES, D. C., BARBOSA, L. C. A., MIRANDA, M. L. D. Antibacterial and antiproliferative activities of the fresh leaf essential oil of *Psidium guajava* L. (Myrtaceae). *Brazilian Journal of Biology*, v. 79, n. 4, p. 697-702, 2019.

SILVA, E. A. J., SILVA, V. P., ALVES, C. C. F., ALVES, J. M., SOUCHIE, E. L., BARBOSA, L. C. A. Chemical composition of the essential oil of *Psidium guajava* leaves and its toxicity against *Sclerotinia sclerotiorum*. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 39, n. 2, p. 865-874, 2018.

SONG, B., ZHU, W., SONG, R., YAN, F., WANG, Y. Exopolysaccharide from *Bacillus vallismortis* WF4 as an emulsifier for antifungal and antipruritic peppermint oil emulsion. *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 15, n. 125, p. 436-444, 2018.

SOUZA, T. S., FERREIRA, M. F. S., MENINI, J., SOUZA, J. R. C. L., PARREIRA, L. A., CECON, P. R., FERREIRA, A. Essential oil of *Psidium guajava*: influence of genotypes and environment. *Scientia Horticulturae*, v. 216, p. 38-44, 2017.

SOUZA, T. S., FERREIRA, M. F. S., MENINI, J., SOUZA, J. R. C. L., BERNARDES, C. O., FERREIRA, A. Chemotype diversity of *Psidium guajava* L. *Phytochemistry*, v. 153, p. 129-137, 2018.

STANGARLIN, J.R., et al. Plantas medicinais e o controle alternativo de fitopatógenos. *Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento*, v. 11, p. 16-21, 1999.

TAVARES, L. R., ALMEIDA, P. P., GOMES, M.F. Avaliação físico-química e microbiológica de goiaba (*Psidium guajava*) revestida com cobertura comestível à base de *O*-carboximetilquitosana e óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*). *Multi-Science Journal*, v. 1, n. 13, p. 20-26, 2018.

THAVARA, U.; TAWATSIN, A.; BHAKDEENUAN, P.; WONGSINKONGMAN, P.; BOONRUAD, T.; BANSIDDHI, J.; CHAVALITTUMRONG, P.; KOMALAMISRA, N.; SIRIYASATIEN, P.; MULLA, M.S. Repellent activity of essential oils against cockroaches (Dictyoptera: Blattidae, Blattellidae, and Blaberidae) in Thailand. *Southeast Asian Journal Tropical Medicine Public Health*, v. 38, n. 4, 2007.

THORNHILL, A. H., SIMON, Y. W., HO, C. K., MICHAEL, D. C. Interpreting the modern distribution of Myrtaceae using a dated molecular phylogeny. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 93, p. 29-43, 2015.

VALADARES, A.C. F., ALVES, C. C. F., ALVES, J. M., DEUS, I. P.B., FILHO, J. G. O., SANTOS, T. C. L., DIAS, H. J., CROTTI, A. E. M., MIRANDA, M. L. D. Essential oils from *Piper aduncum* inflorescences and leaves: chemical composition and antifungal activity against *Sclerotinia sclerotiorum*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 90, n. 3, p. 2691-2699, 2018.

VASCONCELOS, A. G.; AMORIM, A. G. N.; SANTOS, R. C.; SOUZA, J. M. T.; SOUZA, L. K. M.; ARAÚJO, T. S. L.; NICOLAU, L.A. D.; CARVALHO, L.L.; AQUINO, P. E. A.; MARTINS, C. S.; ROPKE, C. D.; SOARES, P. M. G.; KUCKELHAUS, S. A. S.; MEDEIROS, J. R.; LEITE, J. R. S. A. Lycopene rich extract from red guava (*Psidium guajava* L.) displays anti-inflammatory and antioxidant profile by reducing suggestive hallmarks of acute inflammatory response in mice. *Food Research International*, p. 1-10, 2017.

VAZQUEZ, M. J. B., CHINCHILLA, F. G., MOLINA, A. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Psidium guajava* and *Cymbopogon citratus*. *Agronomía Mesoamericana*, v. 30, n. 1, p.147-163, 2019.

VELOSO, R. A. Óleos essenciais como controle alternativo de fitopatógenos. 2016. 140f.

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi- TO, 2016.

WANG, L., WU, Y., HUANG, T., SHI, K., WU, Z. Chemical compositions, antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of *Psidium guajava* L. leaves from different geographic regions in China. *Chemistry and Biodiversity*, v. 114, n. 9, 2017.

WANG, Z., WAN, L., XIN, Q., CHEN, Y., ZHANG, X., DONG, F., HONG, D., YANG, G. Overexpression of OsPGIP2 confers *Sclerotinia sclerotiorum* resistance in *Brassica napus* through increased activation of defense mechanisms. *Journal of Experimental Botany*, v. 69, n. 12, p.3141-3155, 2018.

WATERMAN, P.G. 1993. The chemistry of volatile oils. In: Hay, R.K.M. & Waterman, P.G. (eds.). *Volatile oil crops: their biology, biochemistry and production*. Avon: Iorigman Group, pp. 47-61, 1993.

WELI, A., KAABI, A., JAMAL, A., SAID, S., HOSSAIN, M.A. Chemical composition and biological activities of the essential oils of *Psidium guajava* leaf. *Journal of King Saud University*, 2018.

WUTZKI, C. R.; JACCOUD FILHO, D. S.; BERGER NETO, A.; TULLIO, H. E.; JULIATTI, F. C.; NASCIMENTO, A. J. Reduction of white mold level on soybean by fungicide management strategies. *Bioscience Journal*, v. 32, n. 3, 2016.

XIE, J.; XIAO, X.; FU, Y.; LIU, H.; CHENG, J.; GHABRIAL, S.A.; LI, G.; JIANG, D., A novel mycovirus closely related to hypoviruses that infects the plant pathogenic fungus *Sclerotinia sclerotiorum*, *Virology*, v. 418, p. 49–56, 2011.

XIMENES, L.R. A importância e o manejo da *Sclerotinia sclerotiorum* (Mofobranco) em cultivos de espécies suscetíveis. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2013, 59 f. Monografia, 2013.

ZANATTO, I. B., BONALDO, S. M., PEREIRA, C. S. Fungicidas e extrato etanólico de própolis no controle de doenças de final de ciclo da cultura da soja. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 41, n. 1, p. 171-180, 2018.



**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia - Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: Elizabeth Aparecida Josefi da Silva

Matrícula: 2014102200240522

Título do Trabalho: COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DO ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS DE Psidium guajava NO CONTROLE DE Sclerotinia sclerotiorum.

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 20/02/2020

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde

Local

10/02/2020

Data

*Elizabeth Aparecida Josefi da Silva*

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

*[Assinatura]*  
Assinatura do(a) orientador(a)