



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM AGROECOLOGIA**

**ÓLEOS ESSENCIAIS COMO ALTERNATIVA NO MANEJO DA
ANTRACNOSE DA MANGA**

LUKAS ALLAYN DINIZ CORRÊA

**São Luís-MA
2022**

LUKAS ALLAYN DINIZ CORRÊA

Biólogo

**ÓLEOS ESSENCIAIS COMO ALTERNATIVA NO MANEJO DA
ANTRACNOSE DA MANGA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Maranhão, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de mestre em Agroecologia.

Orientadora: Prof. Dra. Antônia Alice Costa Rodrigues

**São Luís-MA
2022**

Corrêa, Lukas Allayn Diniz.

Óleos essenciais como alternativa no manejo da antracnose da manga. – São Luís, 2022.

56 f

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, 2022.

Orientadora: Profa. Dra. Antonia Alice Costa Rodrigues

1. *Colletotrichum gloeosporioides*. 2. Mangueira. 3. Controle alternativo.
I. Título.

CDU: 634.441-24:665.948

LUKAS ALLAYN DINIZ CORRÊA

**ÓLEOS ESSENCIAIS COMO ALTERNATIVA
NO MANEJO DA ANTRACNOSE DA MANGA**

Dissertação apresentada à
Universidade Estadual do Maranhão,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Agroecologia, para obtenção do título
de mestre em Agroecologia.

Orientadora: Profa. Dra.
Antônia Alice Costa Rodrigues

Aprovada em: 20/04/2022

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dr.ª Antônia Alice Costa Rodrigues
Doutora em Fitopatologia
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)



Profa. Dr.ª Erlen Keila Candido e Silva
Doutora em Fitopatologia
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)



Prof. Dr. Ricardo Mezzomo
Doutor em Engenharia Florestal - UFMS
Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

Dedico!

Dedico este trabalho em primeiro lugar, minha família e esposa por todo apoio, incentivo, orações e por sempre acreditarem em mim, sem o apoio incondicional de vocês eu jamais teria chegado até aqui. Meu sincero, Muito obrigado!

AGRADECIMENTOS

À Deus em primeiro lugar pela força e coragem durante toda esta longa caminhada e por estar à frente de todas minhas decisões e vitórias.

À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) pela infraestrutura e oferta do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, o qual tive a oportunidade de cursar.

À Professora Dra. Antônia Alice pela confiança, paciência, parceria, e orientação ao longo de todas as etapas deste trabalho (e de outros também!).

Ao laboratório de Fitopatologia por dispor infraestrutura e recursos humanos que permitiram a realização de várias fases deste trabalho. Aos Colaboradores, em especial representado na pessoa de Erlen Keila que me instruiu e auxiliou em vários momentos dessa caminhada científica.

À minha família, pelo apoio incondicional em todos os momentos, desde o ingresso no Mestrado. Em especial à minha mãe Ana Maria por sempre estar ao meu lado em todos os momentos, à minha avó Antônia que sempre foi minha base de vida, ao meu pai Vilmar pela atenção e suporte durante a minha caminhada acadêmica. Ao meu irmão Ytalo Arthur também estão dedicados os meus sinceros agradecimentos.

À Esposa Alianna Diniz pelo amor, carinho e apoio durante esses anos, assim como o auxílio em vários momentos na execução deste trabalho. Durante esse tempo a convivência extra proporcionada por este árduo trabalho só fez com que aumentasse a admiração e o carinho por ela.

Às queridas amigas e laços que criei ao longo da execução desta pesquisa e que levarei para a vida. Em especial, Larisse Raquel, por toda atenção, assistência e treinamento antes e durante o Mestrado. Também a Leonardo Gois, que sempre é uma fonte fiel de auxílio, instrução e ajuda. Também a Ester Barbosa por sua solícita ajuda em momentos críticos na execução desta pesquisa.

A todos os Professores do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia – UEMA, pela dedicação e ensinamentos.

À toda equipe do laboratório de Produtos Naturais da UFMA, juntamente com o Professor Odair Monteiro pela disponibilização de materiais e apoio na realização desta pesquisa.

A todos os funcionários e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia – UEMA.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	9
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE ANEXOS.....	11
RESUMO	12
ABSTRACT	13
CAPÍTULO I	
REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
1. INTRODUÇÃO GERAL	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
REFERÊNCIAS.....	26
CAPÍTULO II	
POTENCIAL ANTIFUNGICO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE <i>Pectis brevipedunculata</i> (Gardner) Sch.Bip. E <i>Dizygostemon riparius</i> Scatigna & Colletta NO CONTROLE DE ANTRACNOSE EM MANGA.	32
INTRODUÇÃO.....	36
MATERIAL E MÉTODOS	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5. CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS.....	46
ANEXOS	53

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO I

Figura 1. *Pectis Brevipedunculata* (Fonte: Mattos, 2008)25

Figura 2. *Dizigostemon riparius* (Fonte: Scatigna et. al, 2019).....26

CAPÍTULO II

Figura 1. Obtenção dos isolados fúngicos. A- Fruto de manga com Antracnose, B- isolados de *C. gloeosporioides* em placa de Petri, C- Microscopia das estruturas fúngicas. Fonte: (São Luís, 2021).....50

Figura 2. Crescimento micelial in vitro do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* submetido a diferentes concentrações após dez de avaliação in vitro. A- *D. riparius* B- *P. brevipedunculata*. Fonte: (São Luís, 2021)51

Figura 3. Índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) de *Colletotrichum gloeosporioides* em função das concentrações dos óleos essenciais de *Pectis brevipedunculata* e *Dizigostemon riparius*.....51

Figura 4. Severidade em mudas de manga inoculadas com *C. gloeosporioides* ao fim de seis dias (1 - manga Tommy Atkins 2- manga Constantina 3- manga Comum 4- manga Rosa). Fonte:(São Luís, 2021)52

Figura 5. Severidade em mudas de manga inoculadas com *C. gloeosporioides* ao fim de dez dias (1 - manga Tommy Atkins 2- manga Constantina 3- manga Comum 4- manga Rosa). Fonte: (São Luís, 2021)52

Figura 6. Severidade em frutos de manga inoculadas com *C. gloeosporioides* aos seis dias. (1 - manga Tommy Atkins 2- manga Constantina 3- manga Comum 4- manga Rosa). Fonte: (São Luís, 2021).....53

Figura 7. Corte transversal de cultivar de manga Tommy Atkins evidenciando a redução da severidade na polpa do fruto. Fonte: (São Luís, 2021)53

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1. Médias de crescimento micelial diário in vitro do fungo <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> após dez dias de avaliação em (mm), tratados com diferentes concentrações dos óleos essenciais de <i>Dizygostemon riparius</i> e <i>Pectis brevipedunculata</i> , (São Luís, 2021).	51
---	----

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Normas da revista	54
---	----

ÓLEOS ESSENCIAIS COMO ALTERNATIVA NO MANEJO DA ANTRACNOSE DA MANGA

Autora: Lukas Allayn Diniz Corrêa
Orientadora: Profa. Dra. Antônia Alice Costa Rodrigues

RESUMO - A antracnose causada por *Colletotrichum gloeosporioides* se destaca como uma das doenças mais importantes na cultura de manga, em condições de pós-colheita. E com a finalidade de estabelecer um método de controle natural como alternativa de manejo agroecológico, visando uma diminuição do uso de agrotóxicos tem-se buscado obter novas técnicas de controle alternativo de doenças fúngicas em plantas, como é o caso do emprego de óleos essenciais. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito dos óleos essenciais das folhas de *Pectis brevipedunculata* e *Dizygostemon riparius* no controle do fungo *C. gloeosporioides* in vitro e in vivo nas mudas e em frutos de manga. Para avaliar o efeito in vitro dos óleos sobre o crescimento micelial foi instalado um experimento inteiramente casualizado utilizando-se as concentrações de 0 µl/ml; 1,0µl/ml; 2,0µl/ml; 3,0µl/ml e 4;0µl/ml incorporados ao meio de cultura BDA, sendo a testemunha composta pelo fungo em meio de cultura, sem a presença dos óleos com seis repetições. Foram realizados dois ensaios in vivo, um em casa de vegetação, para tratamento curativo utilizando-se mudas das variedades Tommy Atkins, Constantina, Comum e Rosa, inoculadas com o patógeno e tratadas com suspensões dos óleos na concentração de 4;0µl/ml. E outro realizado com frutos de mangas das mesmas variedades utilizadas em mudas, usando-se a concentração de 3,0µl/ml dos óleos essenciais, aplicados preventivamente. Para ambos o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com arranjo em fatorial, com quatro repetições, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%, utilizando-se o software R, versão Studio. Os resultados indicaram que todos os óleos testados apresentaram redução do crescimento micelial do fungo *C. gloeosporioides*, com destaque para a concentração de 4;0µl/ml. Em tratamentos com mudas observou-se uma diminuição da severidade a partir do sexto dia em cultivar Tommy, quando tratada com ambos os óleos essenciais. A ação curativa dos óleos essenciais em frutos, demonstrou diferenças significativas em todos os tratamentos, enquanto nos tratamentos com mudas proporcionou uma diminuição da severidade a partir do sexto dia em cultivar Tommy, demonstrando que o controle natural pode ser uma alternativa eficiente de uso no manejo de doenças em mangueira.

Palavras-chave: *Colletotrichum gloeosporioides*; mangueira; controle alternativo.

ABSTRACT

Anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* stands out as one of the most important diseases in mango culture under post-harvest conditions. And to establish a method of natural control as an alternative to agroecological management, aiming to reduce the use of pesticides, new techniques for alternative control of fungal diseases in plants have been sought, such as the use of essential oils. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of essential oils from the leaves of *Pectis brevipedunculata* and *Dizygostemon riparius* on the control of the fungus *C. gloeosporioides* in vitro and in vivo on seedlings and mango fruits. To evaluate the in vitro effect of the oils on mycelial growth, a completely randomized experiment was set up using concentrations of 0 $\mu\text{l/ml}$; 1.0 $\mu\text{l/ml}$; 2.0 $\mu\text{l/ml}$; 3.0 $\mu\text{l/ml}$ and 4.0 $\mu\text{l/ml}$ incorporated into the PDA culture medium, with the control composed only by the fungus, with six replications. Two in vivo tests were carried out, one in a greenhouse, for curative treatment using seedlings of the Tommy Atkins, Constantine, Comum and Rosa varieties, inoculated with the pathogen and treated with oil suspensions at a concentration of 4.0 $\mu\text{l/ml}$. And another carried out with mango fruits of the same varieties used in seedlings, using a concentration of 3.0 $\mu\text{l/ml}$ of essential oils, applied preventively. For both, the design used was completely randomized, with a factorial arrangement, with four replications, and the means were compared by the Tukey test at 5%, using the R software, Studio version. The results indicated that all tested oils showed reduced mycelial growth of the fungus *C. gloeosporioides*, with emphasis on the concentration of 4.0 $\mu\text{l/ml}$. In treatments with seedlings, a decrease in severity was observed from the sixth day in cultivar Tommy, when treated with both essential oils. The curative action of the essential oils in fruits showed significant differences in all treatments, while in the treatments with seedlings it provided a decrease in severity from the sixth day in cultivating Tommy, demonstrating that natural control can be an efficient alternative for use in the management. of diseases in mango.

Keywords: *C. gloeosporioides*; Mangueira; alternative control.

CAPÍTULO I

REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas frescas, posição alcançada devido, principalmente, às condições favoráveis do clima, solo e disponibilidade de área para o plantio. De acordo com IBGE (2021), a balança comercial brasileira de frutas frescas teve um superavit de US\$ 12,51 bilhões, sendo as frutas de maior destaque nas exportações: goiaba (*Psidium guajava* L.), manga (*Mangifera indica* L.), maçã (*Malus domestica* Bork.), mamão (*Carica papaya* L.), melão (*Cucumis melo* L.) e banana (*Musa* spp.).

A manga está entre os destaques da produção brasileira tratando-se de uma das frutas mais aceitas pelos consumidores, devido ao excelente flavor e teor nutricional (vitaminas A e C), é considerada a segunda fruta tropical mais importante no mundo. Um dos fatores que podem influenciar a qualidade pós-colheita do fruto de manga é a ocorrência de doenças fúngicas. O fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, agente causador da antracnose, é um dos patógenos mais importantes dos frutos de mangueira no período de pós-colheita causando perdas de até 90% de frutos em estações favoráveis à doença (SILVA, 2020; BROISLER, 2007)

A antracnose pode ser caracterizada como uma doença comum da parte aérea das plantas e é a principal doença de frutos em pós-colheita, tornando-se de elevada importância econômica no Brasil (FILHO *et al.*, 2003). O sintoma típico da doença se apresenta na forma de lesões arredondadas, grandes e necróticas, com o centro dos tecidos deprimidos onde são produzidas massas de conídios de coloração alaranjada (BAILEY *et al.*, 1992). Também pode ocorrer uma podridão-mole nos frutos prejudicando assim a sua comercialização (FILHO *et al.*, 2003). Essas lesões ainda podem beneficiar infecções por fungos oportunistas e insetos (SALES JÚNIOR *et al.*, 2004).

De acordo com Guimarães (2016), nos meses mais quentes do ano a incidência da antracnose pode atingir 70 a 100% dos frutos, na ausência de medidas de controle, ocasiona sérios prejuízos, pois compromete a comercialização do produto. Sendo o controle da doença feito, normalmente, por métodos químicos, o que pode gerar resíduos tóxicos e prejuízos ao ambiente e à saúde humana. Desta forma, têm sido intensificados os esforços em pesquisas visando a inserção de táticas alternativas no manejo das doenças, por exemplo, o uso de fungicidas naturais de origem vegetal (ARAÚJO; COSTA, 2013;).

Algumas plantas apresentam em sua constituição metabólitos secundários, compostos não vitais às plantas, mas com função de proteção contra pragas e doenças e atração de polinizadores, que tanto podem ter ação fungitóxica (ação antimicrobiana direta) como ativador de mecanismos de defesa nas plantas (ação antimicrobiana indireta) (STANGARLIN, 2007).

Dentre as técnicas de manejo sustentável, pesquisas têm demonstrado o uso de produtos naturais para o controle de patógenos, o que aumentou as expectativas da inserção desses produtos no manejo de doenças em sistemas agrícolas. Várias pesquisas demonstraram efeitos biofungicidas, bioinseticidas, e bioherbicidas capazes de substituir pesticidas e minimizar os impactos ambientais (CARNEIRO *et al.*, 2007).

Óleos essenciais de plantas têm sido utilizados em todo o mundo, principalmente como repelentes de insetos e potenciais biocontroladores. A ação de compostos isolados extraídos de óleos essenciais de plantas tem atuado como fungicidas naturais inibindo a atividade fúngica e, um número significativo destes constituintes tem se mostrado eficaz. Deste modo, a procura por novos agentes antimicrobianos a partir de plantas é intensa, por causa da crescente resistência dos microrganismos patogênicos frente aos produtos sintéticos presentes na atualidade (OOTANI *et al.*, 2013; ISMAN *et al.*, 2011; PEREIRA *et al.*, 2006; PEREIRA *et al.*, 2018).

Os óleos essenciais apresentam características específicas que podem lhes conferir uma propriedade antimicrobiana. Esse fator pode ser relacionado aos compostos fenólicos, monoterpenos e terpenóides que fazem parte de sua constituição (SCHWAN-ESTRADA, STANGARLIN; CRUZ, 2000). A atividade antifúngica de um mesmo óleo essencial pode ser observada em diversas populações de patógenos, variando as concentrações que devem ser utilizadas para provocar a inibição dos mesmos (ZACARONI *et al.*, 2009).

De modo geral, a atividade biológica dos óleos essenciais é bem documentada, principalmente no que diz respeito à atividade antimicrobiana (GUIMARÃES *et al.*, 2014). Muitos óleos essenciais têm indicado potencial efeito no controle de fungos fitopatogênicos, apresentando ação direta e indireta tanto na inibição do crescimento micelial e germinação de esporos, quanto pela indução de fitoalexinas (OOTANI *et al.*, 2013). Assim, além de apresentar bons índices no controle do crescimento micelial, sua aplicação é geralmente menos prejudicial e, mais segura à saúde humana e, ao meio ambiente, apresentando baixa toxicidade e rápida degradação pelo ambiente (COIMBRA *et al.*, 2006; SILVA *et al.* 2014).

Apesar dos vários estudos e dados na literatura acerca dos óleos essenciais é crucial a busca de mais conhecimento visando a viabilidade técnica e econômica do uso de óleos essenciais, como ferramenta importante no combate aos Fitopatógenos. Com isso este trabalho objetiva avaliar o efeito dos óleos essenciais das folhas de *Pectis brevipedunculata* (Gardner) Sch.Bip. e *Dizygostemon riparius* Scatigna & Colletta no controle do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* in vitro e in vivo nas mudas e em frutos de manga (*Mangifera indica* L.).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fruticultura nacional e a produção de manga

A fruticultura representa cerca de 13% do Produto Interno Bruto - PIB agrícola brasileiro, e menos de 1% do PIB nacional. O Brasil ocupa a terceira posição entre os maiores produtores mundiais de frutas, com uma produção superior a 44,5 milhões de toneladas, sendo superado apenas pela China e Índia. As principais frutas produzidas no país são a manga (*Mangifera indica L.*), laranja (*Citrus spp.*), e a banana (*Musa spp.*) que juntas compreendem 77 % da produção nacional de frutas (ABRAFRUTAS, 2021).

A região nordeste se destaca na produção de manga, sendo Pernambuco o maior produtor, com 496.937 toneladas, seguido de Bahia (378.362t) e São Paulo (202.328t). O Submédio do Vale São Francisco, região que compreende parte dos estados de Pernambuco e Bahia, é responsável pela maior parte da produção nacional (IBGE, 2020). Nessa região, as cultivares mais importantes são Palmer, Tommy Atkins, Haden, Keitt e Kent, voltadas para exportação, bem como Rosa, Espada e Constantina direcionadas aos diversos mercados consumidores nacionais (MOUCO; SILVA, 2015). Nos últimos anos, a cultivar Tommy Atkins ganhou grande destaque no país, devido ao aumento significativo da demanda interna e ao acentuado crescimento nas exportações, já que a fruta se mostrou muito tolerante à antracnose. Com isso essa variedade tem sido a mais plantada no país (FREITAS, 2009).

A mangueira é oriunda do continente asiático e é uma das culturas tropicais de maior destaque e ocupa a segunda maior produção das frutas tropicais comercializadas, depois da banana, e a quinta, dentre as frutas produzidas no mundo. Em 2020 ultrapassou recordes de exportação, representando um aumento de 13% em relação a 2019 (FAO, 2020). Essa fruta se destaca pelo seu excelente sabor, aroma e coloração exótica. Possui importante valor nutricional devido ao teor de carboidratos, de vitamina C e de compostos carotenóides, principalmente o betacaroteno, que é uma substância antioxidante relacionada ao fator de prevenção de algumas doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer (RIBEIRO *et al.*, 2017).

Apesar de toda a produção de frutos, o Brasil ainda apresenta uma alta quantidade de perdas que muitas vezes estão associadas a causas fisiológicas intrínsecas às plantas, manuseio, transporte, acondicionamento inadequado dos frutos e, especialmente, ação de

microrganismos fitopatogênicos tanto na pré quanto na pós-colheita. Destes últimos, os principais causadores de perdas mais severas da produção são os fungos (MURAKAMI, 2018; SILVEIRA *et al.*, 2005).

Portanto, para que o Brasil avance na conquista dos mercados consumidores torna-se necessária uma mudança imediata e contundente na produção e pós-colheita de frutos (ANDRIGUETO; NASSER; TEIXEIRA, 2006), tendo a fruticultura moderna o principal desafio de gerar produtos de qualidade, em conformidade com os requisitos da sustentabilidade ambiental, da segurança alimentar e da viabilidade econômica, mediante a utilização de tecnologias não-agressivas ao meio ambiente e à saúde humana (ANDRIGUETO; KOSOSKI, 2002; MAIA *et al.*, 2015).

2.2 Perdas em pós-colheita

Perdas em pós-colheita são geralmente caracterizadas como aquelas que ocorrem depois da colheita dos frutos em decorrência de danos causados pela falta de comercialização ou do não consumo do produto em tempo hábil, como é o caso de danos ocorridos durante o transporte, o armazenamento e venda dos produtos, especialmente em locais distantes do sítio de produção desses frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

No caso da manga trata-se de um fruto climatérico, que completa seu estágio de amadurecimento mesmo depois de colhido, processo este, que geralmente acontece de três a oito dias em condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do patógeno. Nesse período, devido à diminuição da resistência da casca, ao amolecimento da polpa e à disponibilidade maior de água e açúcares, a manga se torna suscetível à infecção por patógenos que ocasionam podridões, lesionando assim o fruto e depreciando seu valor de mercado (PFAFFENBACH *et al.*, 2013).

No Brasil, cerca de 30 a 40% da produção é perdida nas etapas de pós-colheita, processamento e distribuição, sendo que 86% das perdas de frutos e hortaliças ocorrem durante a etapa de exposição do produto para a venda, enquanto outros 9% acontecem no transporte e 5% no armazenamento. Segundo dados da Associação Mineira dos Supermercados (AMIS), a perda aproxima-se dos 750 milhões de reais em alimentos por ano, considerando supermercados e sacolões (GUSTAVSSON *et al.*, 2011; EVANS, 2015). As perdas geram redução do valor comercial dos frutos ou mesmo inviabilizam a comercialização dos produtos. Elas podem ser agrupadas em quantitativas, reduzindo em até 40% a massa total do produto disponibilizada para consumo, ou qualitativas que

comprometem o aproveitamento, rentabilidade e até mesmo as características nutricionais do fruto (MACHADO *et al.*, 2017).

Muitas estratégias têm sido empregadas no controle de doenças em pós-colheita como: redução do inóculo, prevenção e erradicação de infecções no campo, inativação de infecções por fermentos e supressão do desenvolvimento e propagação da doença. O controle após a colheita tem como objetivos evitar que os patógenos latentes nos tecidos causem podridões e impedir novas infecções (ROSWALKA, 2010).

Segundo Cheng (2019) ainda que a cultura da mangueira seja submetida ao controle químico, as perdas significativas decorrentes de fitopatógenos ocasionam redução do período de comercialização, desclassificação e descarte de produtos, comprometendo o aspecto econômico, evidenciando a ineficiência dos tratamentos químicos realizados em pré-colheita. Nesta perspectiva, de acordo com Murakami (2018), faz-se necessário e urgente o desenvolvimento de métodos alternativos e eficazes mediante o uso de técnicas não químicas e tratamentos com fungicidas não seletivos para o controle de doenças pós-colheita, considerados seguros pelos consumidores, não apresentando risco para a saúde humana e meio ambiente.

2.3 O gênero *Colletotrichum* e a antracnose

Colletotrichum é considerado um dos gêneros de fungos de maior importância em relação aos patógenos de plantas. Apresenta-se significativamente nas regiões tropicais e subtropicais do mundo e possuindo aproximadamente 702 espécies válidas na literatura, que são causadores de antracnoses e podridões de pedúnculo em fruteiras como mangueira, mamoeiro (*Carica papaya* L.), morangueiro (*Fragaria vesca* L.), maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims.), abacateiro (*Persea americana* Mill.), bananeira (*Musa* sp.), cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), citros (*Citrus* ssp.) e goiabeira (*Psidium guajava* L.), assim como frutas temperadas – maçã (*Malus domestica*, Borkh.), uva (*Vitis* spp.), kiwi (*Actinidia deliciosa* Chev.), pera (*Pyrus communis* L.) e amêndoa (*Amygdalus communis* L.) (ALMEIDA; COELHO, 2007; SILVA, 2018).

De acordo com Ploetz e Freeman (2009) a antracnose, causada por *C. gloeosporioides*, é a doença mais importante da manga em quase todas as áreas de produção, pois ataca folhas, galhos, panículas floridas e frutos. É considerada também a espécie mais disseminada, heterogênea e importante, principalmente nos trópicos. Seus conídios hialinos e unicelulares produzidos no interior de acérvulos subepidérmicos

dispostos em círculos, são geralmente formados em conjuntos de coloração salmão, retos e cilíndricos.

Uma vez que os propágulos desse fungo são disseminados por respingos de água, a ação de *C. gloeosporioides* é favorecida por alta umidade, principalmente chuvas abundantes. Temperatura média próxima aos 27°C favorece a produção de esporos. Chuvas menos intensas favorecem o progresso da doença numa mesma planta já infectada, enquanto chuvas acompanhadas de ventos tendem a transportar o fungo para outras plantas. Enquanto nos períodos de temperaturas mais baixas, a importância da doença diminui, sendo pequena a incidência nos meses de inverno, mesmo que ocorram chuvas (RUGGIERO et al., 1996; SILVA et al., 2017).

O processo de infecção de *Colletotrichum* inicia-se quando o conídio se adere e germina na superfície da planta ou fruto hospedeiro, emitindo o tubo germinativo formando então o apressório, que por sua vez, germina e dá início ao “peg” de penetração entrando diretamente na superfície do tecido hospedeiro. Abaixo da cutícula e da epiderme, o fungo cresce e penetra nas células epidérmicas. Em consequência desse processo biológico, a hifa desenvolve-se intra e/ou intercelularmente, e pode permanecer latente por algum tempo. Nas condições ambientais favoráveis, ocorre o desenvolvimento do patógeno, a morte das células do hospedeiro, resultando nas lesões (AGRIOS, 2005; LIMA, 2013).

Assim, *C. gloeosporioides* é descrito como um dos patógenos mais importantes do mundo, no qual infecta pelo menos 1.000 espécies de plantas. As perdas pós-colheita geram graves consequências econômicas e sociais ao proporcionarem variação no comportamento do mercado, induzindo mudanças em importantes parâmetros econômicos (PHOULIVONG et al., 2010).

Dentre a enorme gama de frutos que são acometidos por antracnose destaca-se a mangueira, que é uma frutífera suscetível a um leque variado de doenças causadas por fungos, bactérias e outros organismos que podem não só limitar a sua produção, como também lesar a qualidade dos frutos, o que é particularmente preocupante e requer uma maior atenção (LIMA, 2013).

Em uma pesquisa realizada por Fischer et al. (2009), foram avaliadas doenças na pós-colheita em frutos de diferentes cultivares de mangueira em São Paulo. Os autores concluíram que a antracnose foi a doença mais frequente em todas as variedades estudadas. Segundo Nelson (2008) a doença é mais severa em condições chuvosas, sob temperaturas elevadas e alta umidade. Incidindo em todos os órgãos aéreos da planta

como folhas, ramos, flores e frutas. Nas folhas, a antracnose surge como pontos necróticos irregulares de necrose em ambos os lados das folhas da mangueira. As lesões coalescem formando grandes áreas necrosadas, frequentemente ao longo das margens da folha.

Na casca dos frutos maduros o sintoma típico da doença se apresenta na forma de lesões arredondadas, grandes e necróticas, com o centro dos tecidos deprimidos onde são produzidas massas de conídios de coloração alaranjada. Também pode ocorrer uma podridão-mole nos frutos prejudicando assim a sua comercialização. Um segundo tipo de sintoma é a “mancha em lágrima”, que são regiões lineares necrosadas nas frutas, que podem ou não estar associadas a rachaduras superficiais na epiderme que dão a fruta o aspecto de “pele de crocodilo”, ou podem se desenvolver em largura, causando fendas profundas que se estendem da epiderme à polpa. Essas lesões ainda acabam por beneficiar infecções por fungos oportunistas e insetos (BAILEY *et al.*, 1992; FILHO *et al.*, 2003; SALES JÚNIOR *et al.*, 2004).

2.4 Manejo de doenças

As doenças causadas por fungos ocorrem com maior frequência, sendo responsáveis por 70 a 90% do total de perdas em frutos (SILVA, 2018). Esses microrganismos penetram, na maioria das vezes, através de ferimentos acidentais durante a colheita, transporte e armazenamento ou pelas aberturas naturais do fruto e estruturas florais, nos quais permanecem em estado quiescente até o amadurecimento, quando então causam podridões (IPPOLITO; NIGRO, 2010).

A exigência por frutos de alta qualidade, livres de doenças, distúrbios fisiológicos e pragas tem se tornado cada vez mais alta. Os Países importadores de frutas possuem exigências específicas com relação a entrada de frutas frescas no País onde são realizadas rigorosas restrições à entrada de frutos portadores de microrganismos fitopatogênicos, que possam representar riscos para a agricultura local (JUNQUEIRA *et al.*, 2001). Outra limitação significativa diz respeito aos defensivos agrícolas utilizados na fase de produção e de pós-colheita, bem como de seus resíduos (WISNIEWSKI *et al.*, 2001).

É muito comum, na produção de grandes culturas do Brasil, o uso do controle químico para garantir alimentação e rendimentos. Mas, para a utilização correta desses produtos no controle de doenças de plantas é necessário conhecer o patógeno, os fatores ambientais envolvidos, o custo/benefício e a forma de manuseio. De acordo com Dias (2019) o controle químico é a principal alternativa usada pelos produtores no controle de antracnoses, entretanto outras técnicas também seriam eficientes e menos agressivas a

saúde humana e ao meio ambiente como é o caso do controle cultural, controle físico controle hidrotérmico e uso de óleos e extratos vegetais.

Dentre os diversos produtos naturais mais empregados e testados, há um enfoque no meio científico pela utilização de óleos e extratos essenciais extraídos de vegetais por serem compostos cuja matéria prima é facilmente encontrada na natureza e por serem eficientes no controle de diversos microrganismos em doses homeopáticas, tornando sua aplicação menos onerosa (MELO *et al.*, 2009).

2.5 Bioatividade dos óleos essenciais

Muitos fungos são alvo de estudos devido à sua importância enquanto fitopatógenos deterioradores de alimentos. Dentre as diversas técnicas de controle desses fungos, óleos essenciais e extratos vegetais têm ganhado destaque frente a tais patógenos (ALMEIDA, 2015).

No que diz respeito aos óleos essenciais diversas são as aplicações e utilizações, como a aplicação em produtos de perfumaria, cosméticos, alimentos e medicamentos, onde são usados como aromas, fragrâncias, fixadores de fragrâncias e em composições farmacêuticas. Tais óleos também têm ganhado grande destaque nas pesquisas como controladores de agentes patogênicos e fitopatogênicos (SILVA SANTOS *et al.*, 2006; BUENO, 2021).

Os óleos essenciais são compostos naturais, complexos e voláteis extraídos de plantas através da técnica de arraste a vapor e prensagem do pericarpo. Eles possuem misturas complexas de substâncias voláteis, com baixa massa molecular, líquidas, lipofílicas e odoríferas em sua maior parte, derivadas dos fenilpropanóides ou de terpenóides, podendo agir diretamente sobre os fungos, inibindo o crescimento micelial e a germinação de esporos, sendo então constituídos por compostos originários do metabolismo secundário e podem ser encontrados nas flores, folhas, cascas, rizomas e frutos (BIZZO, 2009; ABDOLAHY *et al.*, 2010; BRAND *et al.*, 2009).

O uso da atividade biológica de metabólitos secundários dos óleos essenciais de plantas surge como uma forma potencial de controle alternativo de doenças das plantas cultivadas. Diversos óleos essenciais de plantas já foram testados sobre fungos fitopatogênicos. As pesquisas têm evidenciado resultados promissores para uma utilização prática no controle de fitopatógenos em diversas culturas (TAKATSUKA *et al.*, 2003; PEREIRA *et al.*, 2006; SOUZA-JUNIOR *et al.*, 2009; BRESSAN *et al.*, 2018).

O efeito fungistático e fungitóxico de óleos essenciais obtidos a partir de vegetais é estudado e apresentado de forma positiva com grande potencial de uso em diversas áreas da agricultura. Bastos e Albuquerque (2004), avaliaram a ação em pós-colheita de frutos de banana, o uso de óleo essencial de pimenta-de-macaco (*Piper aduncum* L.) e observaram que inibiu o crescimento micelial e a germinação de esporos in vitro de *Colletotrichum musae* (Berk & Curt.) von Arx., e impediu as podridões nos frutos na concentração de 1%. Segundo Biasi e Deschamps (2009), o tratamento alternativo com óleos essenciais tem sido pesquisado e evidenciado para o efetivo controle de pragas e doenças, repelentes de insetos e indução de resistência nas plantas, bem como contribui para que os frutos adquiram maior tolerância a microrganismos patogênicos.

2.6 *Pectis brevipedunculata* (Gardner) Sch.Bip. e *Dizygostemon riparius* Scatigna & Colletta (Plantaginaceae: Gratiolae)

Dentre as espécies vegetais com grande potencial antifúngico em seu óleo essencial, tem-se a *Pectis brevipedunculata* uma espécie de porte pequeno, com folhas pequenas e flores amarelas, rica em óleo essencial e nativa de ambientes xerófilos, sendo comumente encontrada em solos arenosos e rochosos (Figura 1). Brito e Marques (2008) observaram o óleo essencial de *Pectis brevipedunculata* e indicaram como seu constituinte principal o geranial, componente importante na defesa contra fungos e bactérias.

Estudos sobre a composição química dos óleos essenciais das partes aéreas de outras espécies do gênero *Pectis*, como *Pectis apodocephala* e *Pectis oligocephala* mostraram a presença de monoterpenos. Ambos foram testados em juvenis de segundo estágio recém- eclodidos (J2) do nematoide *Meloidogyne incognita* e em larvas do terceiro ínstar do mosquito *Aedes aegypti*. Os resultados mostraram que os óleos podem também ser considerados potenciais agentes nematicidas e larvicidas naturais (ALBUQUERQUE et al, 2007). De acordo com Brito e Marques (2008) o óleo essencial de *Pectis brevipedunculata*, apresentam em sua constituição o geranial (61,0%), neral (25,6%), acetato de linalila (10,3%), 1-trideceno (1,2%), nerol (1,0%) e limoneno (0,8%). Outros estudos como o de Marques et al. (2014) corroboraram com os achados de Brito e Marques (2008) indicando o geranial como um dos principais compostos da espécie em questão.

Figura 1. *Pectis Brevipedunculata*.



Fonte: Mattos, 2008

Outra espécie com possível potencial microbiano é a *Dizygostemon riparius*. A espécie vegetal pertencente à família Plantaginaceae, foi identificada recentemente, tendo seu primeiro registro de ocorrência em São Benedito do Rio Preto - MA. Suas folhas, caules e raízes liberam um aroma nítido e refrescante aroma agradável, oriundo de seu óleo essencial (Figura 2). Trata-se de uma espécie recém-descoberta e pouco descrita na literatura, tornando de suma importância mais estudos envolvendo essa espécie que atualmente é avaliada como ameaçada de extinção de acordo com as categorias e critérios da União Internacional para Conservação da Natureza (SCATIGNA et al., 2019).

Figura 2. *Dizygostemon riparius*



Fonte: Scatigna et. al, 2019

REFERÊNCIAS

- ABDOLAH, A.; HASSANI, A.; GHOSTA, Y.; JAVADI, T.; MESHKATALSADAT, M. H. Essential oils as control agents of postharvest *Alternaria* and *Penicillium* rots on tomato fruits. **Journal of Food Safety**, v. 30, n. 2, p. 341-352, 2010.
- ABRAFRUTAS. **Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e derivados**, 2019. Disponível em: <https://abrafrutas.org/>. Acesso em: 25 maio 2020.
- AGRIOS, G. N. Plant diseases caused by fungi. *In*: AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. Burlington: Academic Press, 2005. p. 385-614.
- ALBUQUERQUE, M. R. J. R.; COSTA, S. M. O.; BANDEIRA, P. N.; SANTIAGO, G. M. P.; ANDRADE-NETO, M.; SILVEIRA, E. R.; PESSOA, O. D. L.; Nematicidal and larvicidal activities of the essential oils from aerial parts of *Pectis oligocephala* and *Pectis apodocephala* Bake. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 79, n. 2, p. 209-213, 2007.
- ALMEIDA, G.S. **Potencial de óleos essenciais no controle de fungos fitopatogênicos em pós colheita de morango**. 2015. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.
- ALMEIDA, L. C. C. de; COELHO, R. S. B. Caracterização da agressividade de isolados de *Colletotrichum* de maracujá amarelo com marcadores bioquímico, morfológico e molecular. **Fitopatologia Brasileira**, v.32, n.4, p. 318-328, 2007.
- ANDRIGUETO, J. G.; KOSOSKI, A. R. **Marco legal da produção integrada de frutas do Brasil**. Brasília: MAPA/SARC, 2002. 60 p.
- ANDRIGUETO, J. R.; NASSER, L. C. B.; TEIXEIRA, J. M. A. Produção integrada de frutas: conceito, histórico e a evolução para o sistema agropecuário de produção integrada - SAPI. Brasília: **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2006.
- ARAÚJO, J. A. M.; COSTA, E. M. C. **Compostos derivados de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) no controle de agentes fitopatogênicos**. *In*: OLIVEIRA, V.R.; NOGUEIRA, N.W., FREITAS, R.M.O.; COSTA, E. M.; ARAÚJO, J.A.M. Nim (*Azadirachta indica* A. Juss): Aspectos gerais da propagação, cultivo e usos no controle de insetos-praga e doenças. Offset Editora, 1. ed, 2013. 68 p.
- BAILEY, J. A.; O'CONNELL, R. J.; PRING, R.J.; NASH, C. Infection strategies of *Colletotrichum* species. *In*: BAILEY, A. J.; JEGER, J. M. *Colletotrichum: biology, pathology and control*. **British Society for Plant Pathology**. Oxford: British C.A.R International. p. 88-120, 1992.
- BASTOS, N.C; ALBUQUERQUE,P.S.B. Efeito do óleo de *Piper aduncum* no controle em pós-colheita de *Colletotricum musae* em banana. **Fitopatologia brasileira**, v. 29, n. 5, p. 555-557, 2004.
- BIASI, L. A.; DESCHAMPS, C. **Plantas aromáticas: do cultivo à produção de óleo**

essencial. Curitiba: Layer Graf, 2009. 160 p.

BIZZO, H. R. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.

BRAND, S. C.; BLUME, E.; SCHERREN, M. B.; MILANESI, P.; MÜLLER, J.; ANTONELLO, L. M.; MELLO, P. A. Extrato de alho no crescimento micelial de *Colletotrichum lindemuthianum* e na indução de faseolina em *Phaseolus vulgaris*. In: **XVII Congresso de Iniciação científica e X Encontro de Pós-Graduação**. 2009

BRESSAN, D. F.; BATISTA, V. V.; OLIGINI, K. F.; MAZARO, S. M.; CECHIN, F. E.; FUNGHETTO, D. J. Patologia e germinação de sementes de angicovermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan) e potencial de óleos essenciais no controle de *Rhizoctonia* sp. *in vitro* e no tratamento de sementes. **Revista Técnico Científica**, v. 1, n. 10, p.1-18, 2018.

BRITO, T.C.R.; MARQUES, A.M. Comparação das técnicas hidrodestilação e microextração em fase sólida na obtenção do óleo essencial de *Pectis brevipedunculata*. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://www.sigma.uff.br/UFRJ/SIGMA>. Acesso em: 04 jun. 2020.

BROISLER, P. O. **Simulação do transporte de mangas irradiadas para exportação**. 2007. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Ciências na Área de Tecnologia Nuclear, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2007.

BUENO, C. C.; DYNA, F. A. G. M.; OLIVEIRA, F. A. G. M. de.; SILVA, T. A. R. .; LEMBI, M. K. dos S.; MORITZ, C. M. F.; SAKAI, O. A. Profile of the export and import of essential oils in Brazil, between 2020 and 2021, and the predominance of essential oil from *Melaleuca alternifolia* in Paraná. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p.1-9, 2021.

CARNEIRO, S. M. T. P. G.; PIGNONI, E.; VASCONCELLOS, M. E. C.; GOMES, J. C. Eficácia de extratos de nim para o controle do oídio do feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 1, p. 34-39, 2007.

CHENG, W. A comparative study of mango solar drying methods by visible and near infrared spectroscopy coupled with ANOVA- simultaneous component analysis (ASCA), **Elsevier**, v. 112, n. 2 p. 108214, 2019.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: fisiologia e Manuseio**. 2. ed. Lavras: Esael/ Faepe, 2005. 320 p.

COIMBRA, J. L.; SOARES, A. C. F.; GARRIDO, M. D. S.; SOUSA, C. D. S.; RIBEIRO, F. L. B. Toxicidade de extratos vegetais a *Scutellonema bradys*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 7, p. 1209-1211, 2006.

DIAS, L.R.C. **REGULAÇÃO DA EXPLOSÃO OXIDATIVA, QUALIDADE FISIOLÓGICA DE MAMÕES E EFEITO IN VITRO DO EXTRATO DA ALGA MARINHA *Ascophyllum nodosum* SOBRE O FUNGO *Colletotrichum* sp.** 2019. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Curso de Agroecologia, Universidade Estadual do

Maranhão, São Luís, 2019.

EVANS, L. Supermercados de Minas descartam 450 mil quilos de alimentos todos os meses. **Estado de Minas**. Belo Horizonte, 24 ago. 2015. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2015>. Acesso em: 10 fev. 2020.

FILHO, L.R.M.; OLIVEIRA, S. M. A.; MENEZES, M. Caracterização enzimática e patogenicidade cruzada de *Colletotrichum* spp. associadas a doenças de pós-colheita. **Fitopatol. Bras. Brasília**, v.28, n.6, p.620-625, 2003.

FISCHER, I.H.; ARRUDA, M.C.; ALMEIDA, A.M.; GALLI, J.A.; BERTANI, R.M.A.; JERÔNIMO, E.M. Doenças pós-colheita em variedades de manga cultivadas em Pindorama, São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 352-359, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATIONAL. **FAO Statistical Yearbook 20: World Food and Agriculture**. 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e03.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2021.

FREITAS, M. da C. de S. **Estudo de Desidratação Osmótica como Pré-tratamento à Secagem de Manga Tommy atkins**. 2009, 118 f. Dissertação (Mestrado) - Tecnologia de Alimentos, Centro Universitário de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2009.

GUIMARÃES, J.E.R. **Produtos naturais no controle da antracnose e na qualidade pós-colheita de mangas 'palmer'**. 2016. 123 f. Tese (Doutorado) - Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016.

GUIMARÃES, L. G. D. L.; CARDOSO, M. D. G.; SOUZA, R. M. D.; ZACARONI, A. B.; SANTOS, G. R. D. Óleo essencial de *Lippia sidoides* nativas de Minas Gerais: Composição, estruturas secretoras e atividade antibacteriana. **Revista Ciencia Agrônômica**, v. 45, n. 2, p. 267-275, 2014.

GUSTAVSSON, J.; CEDERBERG, C.; SONESSON, U.; OTTERDIJK, R.; MEYBECK, A. **Global food losses and food waste: extent, causes and prevention**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011. 38 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, v. 41, 69 p., 2021.

IBGE, **Sistema IBGE de recuperação automática**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda>. Acesso em: 31 jan. 2020.

IPPOLITO, A.; NIGRO, F. Impact of preharvest application of biological control agents on postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. **Crop Protection**, v.19, n. 8-10, p. 715-723, 2010.

ISMÁN, M.B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection**, v.19, n.8-10, p. 603-608, 2011.

JUNQUEIRA, N.T.V.; IVO M.; ICUMA I. M.; EURÍPEDES M. Manga: tecnologia,

produção, pós-colheita, agroindústria e exportação. Porto Alegre: Cinco Continentes. 2001.p. 617.

LIMA, N.B. **Etiologia e epidemiologia das espécies de *colletotrichum* relacionadas com a antracnose em frutos de mangueira no nordeste brasileiro**. 2013. 71 f. Tese (Doutorado) - Doutorado de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

MAIA, L. C.; CARVALHO JÚNIOR, A. A.; CAVALCANTI, L. H.; GUGLIOTTA, A. M.; DRECHSLER-SANTOS, E. R.; SANTIAGO, A. L. M. A.; CÁCERES, M. E. S.; GIBERTONI, T. B.; APTROOT, A.; GIACHINI, A. J. Diversity of Brazilian Fungi. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1033-1045, 2015.

MACHADO, W. R. B.; CARVALHO, R. M.; FIGUEIREDO NETO, A. Avaliação das perdas de manga no mercado varejista do Vale do São Francisco. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 10, p. 75-90, 2017.

MARQUES; M.O.M; LUZ; J.M.Q; SILVA; S.M. Produção de óleo essencial de *Melissa officinalis* L. em diferentes épocas, sistemas de cultivo e adubações. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 3, p. 552-560, 2014.

MELO, R. M. C. A; MELO FILHO, P. A.; CÂMARA, M. P. S.; CÂMARA, C. A. G; SANTOS, R. C. Prospecção de óleos vegetais para controle da ramulose do algodoeiro. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 7. 2009, Foz do Iguaçu. Anais.Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009, p.1021-1027.

MURAKAMI, K. **Efeito do ambiente e uso de produtos alternativos na pós-colheita do mamoeiro**. 2018. 57 f. Tese (Doutorado), Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

MOUCO, M. A. C.; SILVA, D. J. Mangicultura: produção de qualidade ganha mercados no Brasil e no exterior. **Cadernos do Semiárido: Riquezas e Oportunidades**, n. 4, p. 20-23, 2015.

NELSON, S. C. Mango anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). **Plant Disease**, v. 92, n. 8, p. 1-9, 2008.

OOTANI, M, A.; AGUIAR, R.W.; RAMOS, A.C.; BRITO, D.R.; SILVA, J.B.D.; CAJAZEIRA, J.P. Use of essential oils in agriculture. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.4, n.2, p.162-175, 2013.

PFAFFENBACH, L. B.; CASTRO, J. V. DE; CARVALHO, C. R. L.; CARLOS JORGE ROSSETTO, C. J. The effect of modified atmosphere and refrigeration on postharvest of mango red espada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 410-413, 2013.

PEREIRA, M.C.; VILELA, G.R.; COSTA, L.M.A.S., SILVA, R.F.; FERNANDES, A.F.; FONSECA, E.W.N.; PICCOLI, R.H. Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos. **Ciências e Agrotecnologias**, v.30, n.4, p. 731-738, 2006.

PEREIRA, M.N.; CONCEIÇÃO, R.B. da; CRUZ, J.C.S.; ANDRADE, M.C.N. de. Efeito

de óleos essenciais sobre o fungo *Thielaviopsis paradoxa*. **Ambiência**, v.14, n.3, p. 513-521, 2018.

PHOULIVONG, S.; CAI, L.; CHEN, H.; MCKENZIE, E. H.; ABDELSALAM, K.; CHUKEATIROTE, E.; HYDE, K. D. *Colletotrichum gloeosporioides* is not a common pathogen on tropical fruits. **Fungal Diversity**, v. 44, n. 1, p. 33-43, 2010.

PLOETZ, R. C.; FREEMAN, S. 8 Foliar, Floral and Soilborne Diseases. **The Mango: Botany, Production and Uses**, London, v.7, n.1, p. 231-302, 2009.

RIBEIRO, S. M. R.; DE QUEIROZ, J. H.; DE QUEIROZ, M. E. L. R.; CAMPOS, F. M.; SANT'ANA, H. M. P. Antioxidant in mango (*Mangifera indica* L.) pulp. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 62, n. 1, p. 13-17, 2017.

ROSWALKA, L.C. **Óleos essenciais: ação sobre *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum musae*, associados ou não à película de fécula de mandioca no controle da antracnose em goiaba**. 2010. 198 f. Tese (Doutorado) - Doutorado de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSE, A. R.; VOLPE, C. A.; OLIVEIRA, J. C.; DURIGAN, J. F.; BAUMGARTNER, J. G.; SILVA, J. R. da; NAKAMURA, K. I.; FERREIRA, M. E.; KAVATI, R.; PEREIRA, V. P. **Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA, vol. 19, 1996. 64p.

SALES JUNIOR, R.; COSTA, F. M.; MARINHO, R. E. M.; NUNES, G. H. S.; AMARO FILHO, J.; MIRANDA, V. S. Utilização de azoxistrobina no controle da antracnose da mangueira. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 2, p. 193-196, 2004.

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

SILVA N. J. A. **CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, MOLECULAR E PATOGÊNICA DE ISOLADOS DE *Colletotrichum spp.* DE MANGUEIRA E A ATIVIDADE INIBITÓRIA DE ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE ESTE PATÓGENO**. 2020. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020.

SILVA SANTOS, A.; BIZZO, H. R.; ANTUNES, A. M. S.; D'AVILA, I. A. A participação da indústria óleo-citricola na balança comercial brasileira. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 4, p. 8-13, 2006.

SILVA, A. C. D.; SOUZA, P. E. D.; AMARAL, D. C.; ZEVIANI, W. M.; PINTO, J. E. B. P. Essential oils from *Hyptis marrubioides*, *Aloysia gratissima* and *Cordia verbenacea* reduce the progress of Asian soybean rust. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 36, n. 2, p. 159-166, 2014.

SILVA, J. C. E.; MOURÃO, D.S.C.; LIMA, F.S.O.; SARMENTO, R.A.; DALCIN, M.S.; AGUIAR, R.W.S.; SANTOS, G.R. The efficiency of noni (*Morinda citrifolia* L.) essential oil on the control of leaf spot caused by *Exserohilum turcicum* in maize culture.

Medicines, v. 4, n. 3; p. 1 - 10, 2017.

SILVA, L.S. Controle alternativo do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* com óleos essenciais. **Cadernos de Agroecologia, Brasília**, v. 13, n. 1, p.18-25, 2018.

SILVEIRA, N. S. S.; MICHEREFF, S. J.; SILVA, I. L. S. S.; OLIVEIRA, S. M. A. Doenças fúngicas pós-colheita em frutas tropicais: patogênese e controle. **Revista Caatinga**, v. 18, n. 4, p. 283-299, 2005.

SCATIGNA A. V.; BRANDÃO C. M.; COLLETTA G. D.; TELES R. DE M.; CAVALCANTE K. S. B.; SOUZA V. C.; SIMÕES A. O. *Dizygotemon riparius* (Plantaginaceae, Gratioleae), a new species from Maranhão, northeastern Brazil. **Willdenowia**, v. 49, n. 2, p. 177-186, 2019.

SOUZA-JUNIOR, I. T.; SALES, N. L. P. MARTINS, E. R. Efeito de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, isolado do maracujazeiro amarelo. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 22, n. 3, p. 77-83, 2009.

STANGARLIN, J. R. Uso de extratos e óleos essenciais no controle de doenças de plantas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, p. 94-96, 2007.

TAKATSUKA, F. S.; SILVA, I. D.; OLIVEIRA, M. F.; CZEPAK, C.; OLIVEIRA, C. M. A.; CUNHA, M. G. Efeito do óleo essencial de açafrão (*Curcuma longa*) sobre o desenvolvimento micelial de fungos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 36, 2003, Uberlândia. **Anais**. Uberlândia: SBF, 2003. 361 p.

ZACARONI, L. M.; CARDOSO, M. G.; SOUZA, P. E.; PIMENTEL, F. A.; GUIMARÃES, L. G. D. L.; SALGADO, A. P. S. P. Potencial fungitóxico do óleo essencial de *Piper hispidinervum* (pimenta longa) sobre os fungos fitopatogênicos *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium oxysporum* e *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 1, p. 193-198, 2009.

WISNIEWSKI, M.; WILSON, C.; GHAOUTH, A.E.; DROBY, S. Non chemical approaches to postharvest disease control. **Acta Horticulturae**, v. 553, n. 533, p. 407–412, 2001.

CAPÍTULO II

POTENCIAL ANTIFUNGICO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Pectis brevipedunculata* (Gardner) Sch.Bip. E *Dizygostemon riparius* Scatigna & Colletta NO CONTROLE DE ANTRACNOSE EM MANGA.

Artigo escrito de acordo com as normas da Revista Brasileira de Fruticultura

1 **POTENCIAL ANTIFUNGICO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Pectis brevipedunculata***
2 **(Gardner) Sch.Bip. E *Dizygostemon riparius* Scatigna & Colletta NO CONTROLE DE**
3 **ANTRACNOSE EM MANGA.**

4 LUKAS ALLAYN DINIZ CORRÊA^{1,2}, ANTÔNIA ALICE COSTA
5 RODRIGUES^{1,2}.

6 **RESUMO**

7
8 Os óleos essenciais têm sido largamente estudados por serem fontes naturais de substâncias
9 que possuem propriedades antimicrobianas. Na fruticultura, especialmente na cultura de
10 manga, a antracnose é considerada a principal doença por causar uma série de prejuízos na
11 cadeia produtiva dos frutos, os óleos essenciais podem ser uma opção no controle desta
12 doença. Com isso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito dos óleos essenciais obtidos
13 das folhas de *Pectis brevipedunculata* e *Dizygostemon. riparius* no controle do fungo *C.*
14 *gloeosporioides* in vitro e in vivo em mudas e frutos de mangueira. Os trabalhos foram
15 conduzidos na Universidade Estadual do Maranhão, utilizando os óleos essenciais como
16 potenciais agentes biocontroladores do fungo *C. gloeosporioides*. Os bioensaios in vitro
17 foram realizados testando-se diferentes concentrações 0 µl/ml; 1,0 µl/ml; 2,0 µl/ml; 3,0 µl/ml
18 e 4,0 µl/ml dos óleos essenciais na redução do crescimento micelial do fungo *C.*
19 *gloeosporioides*. Para o teste de severidade de antracnose em mudas de manga foram
20 utilizadas as cultivares Tommy Atkins, Constantina, Comum e Rosa, a uma concentração de
21 4;0µl/ml de ambos os óleos essenciais. O teste com frutos das mesmas cultivares de manga
22 foi realizado em laboratório com a concentração de 3,0µl/ml dos óleos essenciais. Os
23 resultados evidenciaram que houve uma diminuição significativa do crescimento micelial do
24 fungo em todas as concentrações testadas. Em tratamentos com mudas observou-se uma
25 diminuição da severidade a partir do sexto dia na cultivar Tommy, quando tratada com ambos
26 os óleos essenciais. Para os tratamentos preventivos com frutos, foi observado que todas as
27 cultivares obtiveram diminuição significativa da severidade. Diante dos resultados obtidos,
28 foi observado que os óleos essenciais *P. brevipedunculata* e *D. riparius* podem ser uma
29 alternativa viável no controle de antracnose na cultura de manga.

30
31 **Termos para Indexação:** *C. gloeosporioides*; Controle Alternativo; Mangueira.

32
33
34

ABSTRACT:

Essential oils have been widely studied because they are natural sources of substances that have antimicrobial properties. In fruit production, especially in mango culture, anthracnose is considered the main disease because it causes a series of damages in the fruit production chain, essential oils can be an option to control this disease. Therefore, the objective of this research was to evaluate the effect of essential oils obtained from the leaves of *Pectis brevipedunculata* and *Dizygostemon riparius* in the control of the fungus *C. gloeosporioides* in vitro and in vivo in mango seedlings and fruits. The work was carried out at the State University of Maranhão, with in vitro and in vivo tests on seedlings and fruits with essential oils, which are potential biocontrolling agents of the fungus *C. gloeosporioides*. In vitro bioassays were performed by testing different concentrations (0 µl/ml; 1.0 µl/ml; 2.0 µl/ml; 3.0 µl/ml and 4.0 µl/ml) of essential oils in the reduction of the mycelial growth of the fungus *C. gloeosporioides*. For the test of anthracnose severity in mango seedlings, cultivars Tommy Atkins, Constantine, Comum and Rosa were used, at a concentration of 4.0µl/ml of both essential oils. The test with fruits of the same mango cultivars was carried out in a greenhouse with a concentration of 3.0µl/ml of essential oils. The results showed that there was a significant decrease in the mycelial growth of the fungus at all concentrations tested. In treatments with seedlings, a decrease in severity was observed from the sixth day on in the Tommy cultivar, when treated with both essential oils. For preventive treatments with fruits, it was observed that all cultivars had a significant decrease in severity. In view of the results obtained, it was observed that the essential oils *P. brevipedunculata* and *D. riparius* can be a viable alternative in the control of anthracnose in mango culture.

Index Terms: *C. gloeosporioides*; Mycelial growth; Hose.

INTRODUÇÃO

64
65
66 A fruticultura vem atingindo novos patamares todos os anos e seu crescimento
67 evidencia uma crescente demanda pelos consumidores, por produtos de boa aparência e
68 qualidade, aliada ao menor uso de agrotóxicos. Tais fatores tem exigido grande atenção por
69 parte dos produtores, com relação aos cuidados fitossanitários nas fases de produção e pós-
70 colheita dos frutos (CERDEÑO, 2006; LIMA et al, 2015). Dentre as espécies de frutas mais
71 produzidas no Brasil, destaca-se a manga (*Mangifera indica* L.) que se trata de uma fruta
72 tropical de sabor e aroma suave, combinados a uma coloração atrativa. E que, possui
73 importante valor nutricional devido ao teor de carotenoides, caroteno e outras fontes de
74 vitamina (ZHENG et al., 2013).

75 Entretanto, todos os anos, boa parte da produção de manga é perdida devido a
76 problemas ocorridos na pós-colheita. E uma das grandes causas de perdas desta fruta é a
77 suscetibilidade às doenças fúngicas, a qual destaca-se a antracnose, causada pelo fungo
78 *Colletotrichum gloeosporioides* Penz (HU et al., 2014). Sendo essa uma das principais
79 doenças que afetam as frutas após a colheita, cujos sintomas se manifestam na forma de
80 pontuações de coloração escura e formato circular na casca dos frutos, que evoluem
81 ultrapassando a casca e atingem a polpa, resultando em redução da qualidade e vida de
82 prateleira (SANZANI et al, 2016).

83 Dentre as principais técnicas utilizadas para reduzir e minimizar os prejuízos causados
84 pelo desenvolvimento desses fitopatógenos tem-se utilizado cultivares resistentes, controle
85 cultural, controle biológico e o controle químico por meio da aplicação de fungicidas
86 sintéticos, que ainda se destaca como a principal medida adotada (PHOULIVONG et al.,
87 2010). Apesar disso, o amplo uso dos produtos sintéticos tem resultado em significantes
88 consequências e desvantagens, incluindo um aumento acentuado na carcinogenicidade, alta e
89 aguda toxicidade residual, degradação e poluição ambiental, influência sobre os caracteres
90 sensoriais dos alimentos e efeitos colaterais em humanos (SANTOS et al., 2012; SHAO et
91 al., 2015).

92 Com todos esses problemas secundários causados pelo uso dos fungicidas sintéticos
93 nos agroecossistemas e no cenário ambiental, novos segmentos diferenciados e práticas mais
94 sustentáveis ao meio ambiente tem sido estudados (MORANDI e BETTIOL, 2019). Estes
95 segmentos visam alterar as prioridades dos sistemas convencionas de agricultura, reduzindo
96 a dependência por produtos químicos e outros insumos poluentes ao meio ambiente, dando

97 mais atenção ao uso de produtos biológicos nos sistemas agrícolas (BETTIOL, 2010).

98 Atrelado a tais práticas sustentáveis, o potencial dos óleos essenciais com ação
99 antifúngica vem sendo amplamente investigado, sendo estes constituídos por compostos
100 complexos elaborados a partir de metabólitos secundários das plantas e com baixa toxicidade a
101 humanos (RAUT; KARUPPAYIL, 2014). Estudos têm evidenciado a eficiência desses óleos
102 obtidos de uma vasta gama de espécies botânicas, no controle de doenças pós-colheita como
103 a antracnose em frutíferas (BONALDO et al., 2007; DIAS-ARIEIRA et al., 2010; LIMA, et
104 al. 2021).

105 O controle in vitro de *C. gloeosporioides* com óleos vegetais tem sido observado em
106 vários trabalhos. Nobre e Marques (2021) evidenciaram que o óleo essencial de cravo da
107 índia, apresentou eficiência na inibição do crescimento micelial de *C. gloeosporioides* a partir
108 da menor concentração testada (10^{-5}). Sousa, Serra e Melo (2012), encontraram resultados
109 promissores que corroboram com a eficiência fungitóxica dos óleos essenciais e constataram
110 em sua pesquisa com dez óleos essenciais testados, que apenas os óleos de babaçu, semente
111 de uva e amêndoa não apresentaram bons resultados. No entanto os demais óleos (eucalipto,
112 copaíba, andiroba, coco, neem, hortelã e pau rosa) apresentaram excelentes resultados
113 inibindo o crescimento micelial do fungo *C. gloeosporioides*.

114 Nesse contexto, destaca-se a importância do controle de doenças fitopatogênicas com
115 a utilização de fontes naturais sustentáveis, que promovam uma maior segurança alimentar e
116 nutricional, com substâncias mais eficazes e menos tóxicas ao homem e ao meio ambiente,
117 em substituição aos produtos químicos sintéticos (SHARMA et al., 2017; LIMA et al., 2021).

118 Atrelado a isso, este trabalho objetivou avaliar o efeito dos óleos essenciais de *Pectis*
119 *brevipedunculata* e *Dizygostemon riparius* no controle do fungo *Colletotrichum*
120 *gloeosporioides* in vitro e in vivo, em mudas e frutos de mangueira (*Mangifera indica*).

121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132

133

134

MATERIAL E MÉTODOS

135

136

Localização do experimento e obtenção do fitopatógeno

137

138

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia e casa de vegetação, da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Campus Paulo VI, São Luís. O isolado de *C. Gloeosporioides* foi obtido de fruto de mangueira com sintomas de antracnose e o isolamento do tecido sintomático foi feito em placas de Petri contendo meio de cultura BDA (batata-dextrose-ágar) com 250mg/L de cloranfenicol. As placas foram incubadas em câmara de crescimento B.O.D sob 12h de luz, com temperatura média de 26°C. Após o crescimento e a identificação morfológica do fungo, este foi armazenados em tubos de ensaio, em geladeira e foi depositado na Micoteca “Prof. Gilson Soares da Silva” com o registro MGSS – 426.

146

147

148

Coleta de material vegetal e extração dos óleos essenciais

149

150

O material para extração dos óleos essenciais foi obtido das folhas de *P. brevipedunculata* e *D. riparius*. As extrações foram realizadas no laboratório de Química na Universidade Federal do Maranhão – UFMA. A metodologia utilizada para extração foi pelo processo de hidrodestilação, com uso do aparelho Clevenger modificado e adotada pela Farmacopeia Brasileira. O tempo de extração foi de aproximadamente três horas. As amostras dos óleos essenciais foram submetidas à análise de cromatografia gasosa acoplada a espectrofotômetro (CC/EM) de massas, que indicou a composição química e componente majoritário de cada óleo essencial. Após a extração estes foram acondicionados em ampolas vedadas, sendo então identificados e mantidos em geladeira a 4°C até o momento da implantação dos bioensaios.

160

161

Óleos essenciais no crescimento micelial de *C. gloeosporioides*

162

163

Os bioensaios foram montados em placas de Petri testando as concentrações de 0 µl/ml; 1,0 µl/ml; 2,0 µl/ml; 3,0 µl/ml e 4;0 µl/ml dos óleos essenciais das folhas de *P. brevipedunculata* e *D. riparius* em dois bioensaios distintos. Alíquotas de cada concentração foram adicionadas ao meio de cultura fundente batata-dextrose-ágar (BDA).

166

167 O meio de cultura contendo os óleos essenciais foi vertido em placa de Petri e um disco
168 de BDA de 5 mm de diâmetro, com estruturas de *C. gloeosporioides* foi transferido para o
169 centro das placas, sendo em seguida as mesmas vedadas, identificadas e mantidas em câmara
170 de crescimento B.O.D sob 12h de luz, com temperatura média de 26°C por dez dias. A
171 avaliação foi feita pela mensuração do diâmetro médio das colônias em dois sentidos
172 diametralmente opostos, com intervalos regulares de 24 horas. A partir dos valores obtidos
173 do diâmetro médio do isolado fúngico foi calculado o índice de velocidade de crescimento
174 micelial (IVCM), adotando-se a fórmula descrita por Maia et al. (2015).

$$175 \quad IVCM = (D - D_a) / N$$

176 Sendo: D= diâmetro médio atual da colônia; D_a= diâmetro médio da colônia do dia
177 anterior; N= número de horas ou dias após a inoculação.

178 Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco
179 tratamentos e seis repetições, sendo que cada placa de Petri constituiu uma unidade
180 experimental. A testemunha constou de placas com meio de cultura BDA, com um disco
181 contendo estrutura do patógeno. Os dados foram submetidos à Análise de Variância
182 (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando-se o software R versão Studio
183 (2020).

184

185 **Óleos essenciais no controle da antracnose em mudas de mangueira**

186

187 As variedades de Tommy, Constantina, Comum e Rosa foram semeadas em vasos de 5 L
188 contendo solo e esterco curtido autoclavado, na proporção 3:1, mantendo-se uma planta por
189 vaso. A inoculação do patógeno foi realizada 90 dias após a germinação da semente, pelo
190 método de inoculação de discos nas folhas, mantendo as plantas em câmara úmida por 48
191 horas. As plantas foram regadas duas vezes ao dia durante a condução do experimento até a
192 finalização das etapas do trabalho em casa de vegetação.

193 Para a inoculação, o isolado MGSS 426 de *C. gloeosporioides* foi cultivado em placas
194 de Petri contendo meio de cultura e mantidas em BOD, condições de fotoperíodo de 12 horas,
195 à temperatura de aproximadamente 26°C, durante sete dias. A inoculação foi realizada
196 efetuando-se lesões na superfície da folha com o auxílio com um furador de cinco pontas,
197 onde foram colocados discos de 5mm de diâmetro, contendo micélio do fungo. As mudas
198 foram mantidas em câmara úmida por 24 horas. Decorrido esse período, os óleos essenciais

199 de *P. brevipedunculata* e *D. riparius* foram aplicados nas folhas, pela técnica de pulverização,
200 logo após as mudas retornarem à câmara úmida por mais 48 horas, em seguida as mudas
201 permaneceram em casa de vegetação para avaliação dos sintomas.

202 As avaliações procederam-se mediante a determinação da severidade da doença
203 (diâmetro das lesões) aos 3, 6, 10 dias após a inoculação, os dados foram submetidos ao teste
204 de normalidade de Shapiro-Wilk, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

205

206 **Óleos essenciais no controle da antracnose em frutos de manga**

207

208 Os frutos sadios de manga Tommy, Constantina, Comum e Rosa foram adquiridos em
209 estádio intermediário de maturação sem presença de lesões. Inicialmente foram lavados em
210 água de torneira e sabão, em seguida imersos em solução de hipoclorito de sódio 2% (v/v) por
211 1 minuto, e novamente lavados três vezes em água destilada estéril.

212 Após a assepsia, os frutos permaneceram em temperatura ambiente até ficarem
213 completamente secos. Depois da secagem, os frutos foram mergulhados, por 1 minuto, em
214 concentração de 3,0µl/ml dos óleos essenciais de *P. brevipedunculata* e *D. riparius*, seguindo
215 um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial, tendo quatro repetições para
216 cada tratamento. As testemunhas foram imersas somente em água destilada. O Tween 80® foi
217 utilizado na concentração 1% como forma de solubilizar o óleo na água para aplicação dos
218 tratamentos.

219 Decorrido o período de 1 hora, foi inoculado o fungo *C. gloesporioides*, efetuando-se
220 orifícios com um furador de cinco pontas a uma profundidade de aproximadamente 2mm em
221 dois locais (sentido ápice/base) dos frutos, foram colocados dois discos de 5mm de diâmetro,
222 contendo micélio do fungo, em cada fruto. Os frutos foram acondicionados em bandejas
223 plásticas, submetidos à câmara úmida por 72 horas. Decorrido esse período, a câmara úmida
224 foi desfeita e os frutos permaneceram em recipientes plásticos por um período de seis dias
225 após os tratamentos para avaliação dos sintomas.

226 A avaliação foi realizada através da medição do diâmetro das lesões em dois sentidos
227 diametralmente opostos, em intervalos de 24 horas, por seis dias, também foi realizado corte
228 transversal a 4 cm de profundidade nos frutos para avaliar visualmente a profundidade da
229 lesão na polpa dos frutos. Estes foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e teste
230 de Tukey a 5%, de probabilidade utilizando-se o software R versão Studio (2020).

231

232

233

234

RESULTADOS E DISCUSSÃO

235

236

237 **Identificação dos componentes majoritários dos óleos essenciais de *P. brevipedunculata***
238 **e *D. riparius***

239

240 Foi observado no óleo de *P. brevipedunculata* o citral (neral e geranial), como
241 componentes majoritários, somados, esses dois constituintes representam aproximadamente
242 76% do óleo da planta in natura. Trabalhos como Oliveira e Berbert, (2011) também
243 apresentam resultados semelhantes acerca da composição química de *P. brevipedunculata*
244 tendo citral (neral e geranial) como componente majoritário. Sabe-se que esse composto
245 interfere em processos biológicos que envolvem a transferência de elétrons e reage com
246 compostos contendo nitrogênio (por exemplo, proteínas e ácido nucleico) e, assim, inibe o
247 crescimento de microrganismos (GUPTA, 2008).

248 Pesquisas de Tripathi et al. (2008) e Dal-Bello et al. (2015) avaliaram os efeitos de
249 inibição de crescimento de *Botrytis cinerea* utilizando o extrato e óleo essencial de *Lippia*
250 *alba* (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson, que também apresenta o componente citral como
251 composto majoritário. Os autores observaram uma redução de 12% do crescimento micelial
252 in vitro do fungo. Também observaram uma redução no tamanho das lesões de mofo-cinzento
253 em frutos de tomate, além de uma baixa fitotoxicidade. Outros pesquisadores como Peixoto
254 et al. (2018), também observaram o efeito do óleo essencial de erva-cidreira-brasileira tendo
255 o citral como composto majoritário apresentando alta eficiência no controle micelial dos
256 fungos *Lasiodiplodia theobromae* (Patt.), *Fusarium pallidoroseum* (Cooke) Sacc. e *Fusarium*
257 *solani* (Mart.) Sacc.

258 No óleo essencial de *D. riparius*, os compostos acetato de fenchil e fenchol foram
259 observados como componentes majoritários. Sendo que, Menezes et al. (2018) também
260 evidenciam os mesmos compostos majoritários que o óleo essencial de *D. riparius*, e os
261 estudos indicaram ainda uma ação larvicida efetiva contra larvas de *Aedes aegypti*. Porém,
262 não existem relatos na literatura sobre pesquisas realizadas para o controle de microrganismos
263 fitopatogênicos com óleo de *D. riparius*, entretanto o composto acetato de fenchil pode ser
264 observado como composto majoritário em outros óleos essenciais apresentando também um
265 potencial biofungicida. Segundo pesquisas de Compagnone et al. (2010), a composição e

266 atividade citotóxica do óleo essencial de folhas de maravuvuia (*Croton matourensis* Aubl.)
267 apresentaram sucesso na inibição do fungo *Candida albicans*, tendo acetato de fenchil
268 (25,3%) como constituinte majoritário, assim como metileugenol (14,2%), isoelemicina
269 (11,3%) e elemicina (7,6%). No entanto, a presença de outros compostos, em concentrações
270 mais altas ou mais baixas podem alterar o efeito antifúngico do óleo essencial, bem como
271 modificar o potencial de fitotoxicidade (NIZIO et al., 2015).

272

273 **Efeito dos óleos essenciais de *P. brevipedunculata* e *D. riparius* sobre o crescimento** 274 **micelial de *C. gloeosporioides***

275

276 Todos os óleos essenciais testados, independente das concentrações utilizadas,
277 apresentaram atividade inibitória sobre o crescimento micelial de *C. gloeosporioides* nos dez
278 dias avaliados e mostraram-se eficientes no controle fungistático a partir do primeiro dia
279 avaliado. No tratamento controle o crescimento micelial obteve valores de diâmetro da
280 colônia fúngica superior a 70mm de diâmetro, enquanto os demais tratamentos o crescimento
281 micelial reduziu gradativamente conforme o aumento da concentração, evidenciando uma
282 relação dose dependente com uma diminuição gradativa das médias de crescimento micelial
283 à medida que estas são submetidas a dose maiores dos óleos em questão (Tabela 1).

284 O fungo *C. gloeosporioides* apresentou-se sensível aos dois óleos essenciais testados,
285 entretanto, o comportamento foi variado frente aos óleos essenciais. O fungo mostrou-se
286 menos sensível ao óleo de *D. riparius* e uma maior sensibilidade no óleo de *P.*
287 *brevipedunculata*, ambos em sua máxima concentração testada (4µl/ml) (Figura 2).

288 Em relação ao índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) é possível
289 observar que à medida que há um aumento na concentração dos óleos essenciais, ocorre um
290 declínio gradual e significativo em cada uma das concentrações testadas, onde na
291 concentração de 4µl/ml é obtido os menores índices de velocidade crescimento micelial
292 (Figura 3).

293 Diversos autores, como Pedroso et al. (2009), Ali et al. (2016) e Pastana et al. (2016),
294 evidenciam o potencial antifúngico dos óleos essenciais no controle de *C. gloeosporioides* in
295 vitro, e isso se deve a ação biofúngica presente, oriunda do metabolismo secundário
296 observado no óleo de *P. brevipedunculata*.

297 Em estudos no controle de *C. gloeosporioides* Schwan-Estrada et al. (2000), relataram
298 uma ação positiva na inibição de crescimento micelial e esporulação de diversos fungos

299 fitopatogênicos devido ao seu potencial antifúngico nos tratamentos in vitro com extrato bruto
300 e o óleo essencial de manjerona (*Origanum majorana* L.) que apresentam os mesmos
301 componentes majoritários presentes no óleo de *P. brevipedunculata*. Linde et al. (2010)
302 observaram que com o mesmo composto majoritário (cital) apresentou resultados
303 satisfatórios no controle de fungos fitopatogênicos incluindo o fungo *C. gloeosporioides*,
304 onde constataram a inibição completa de *C. gloeosporioides* a uma concentração de 3,0 µL/L.
305

306 **Efeito dos óleos Essenciais de *P. brevipedunculata* e *D. riparius* sobre a redução da**
307 **severidade de *C. gloeosporioides* em mudas de manga.**

308

309 Para os testes em casa de vegetação com mudas, os resultados apresentados evidenciam
310 que não houve diferença estatística na avaliação de três dias após a inoculação, referente a
311 interação dos óleos essenciais com o fungo, possivelmente explicado pela adaptação e lento
312 desenvolvimento do fungo na planta nas primeiras 72 horas. No entanto, no que se refere às
313 diferentes cultivares, houve diferença estatística significativa, destacando-se a cultivar
314 Tommy Atkins que apresentou menor severidade quando comparada as demais cultivares.

315 Na avaliação do sexto dia, é possível evidenciar que o óleo de *P. brevipedunculata*
316 diferiu estatisticamente de maneira a atuar na cultivar Tommy Atkins apresentando índices
317 na redução da severidade e uma boa efetividade no controle da antracnose, quando comparado
318 ao tratamento controle (Figura 4), o que pode estar intimamente relacionado ao efeito curativo
319 frente a severidade causada por *C. gloeosporioides*.

320 Entretanto o mesmo óleo essencial de *Pectis* não atuou como controlador efetivo da
321 antracnose na cultivar de manga Comum, tendo assim um desenvolvimento das lesões
322 superior ao tratamento controle. O composto majoritário desse óleo é o citral, o mesmo
323 avaliado por Moura (2010) que em pesquisas com o óleo essencial de capim limão
324 (*Cymbopogon citratus*) no controle de antracnose em maracujá-amarelo, observou que houve
325 um incremento na severidade de *C.gloeoesporioides* nos frutos em 79,3% em relação à
326 testemunha água.

327 As demais cultivares de manga Constantina e Rosa não apresentaram diferenças
328 estatísticas entre os tratamentos de óleos essenciais e a testemunha. Fonseca et al., (2019)
329 também observaram o potencial dos óleos essenciais no controle da antracnose em manga,
330 seus resultados corroboraram com esta pesquisa para a cultivar rosa, onde evidenciaram pouca

331 efetividade no controle curativo da antracnose, provavelmente explicado pela baixa
332 capacidade de translocação no interior dos tecidos infectados da planta, entretanto manteve
333 estável o nível de severidade da doença, impedindo que ela evoluísse nas plantas causando
334 mais danos, o que não foi observado nesta cultivar avaliada.

335 Quanto as avaliações de severidade ao fim de 10 dias observou-se que o óleo essencial
336 de *D. riparius* atuou significativamente na redução da média de severidade causada pelo *C.*
337 *gloeosporioides* quando comparado ao tratamento controle em manga Tommy Atkins (Figura
338 5). Para as mudas de manga Constantina e Rosa não houve diferença estatística significativa.

339 Durante as avaliações foi evidenciado uma acentuada queda foliar a partir do 4º dia
340 em ambos os tratamentos com óleos essenciais, sendo de maior intensidade nos tratamentos
341 com o óleo de *D. riparius*. De acordo Brandão et al (2020) nenhum outro óleo essencial com
342 alto teor de acetato de fenchil e fenchol foi anteriormente encontrado na literatura. Isso pode
343 ser um fator que justifique a alta fitotoxicidade ocasionada em mudas e frutos, quando tratados
344 com o óleo essencial de *D. riparius*. Tal óleo essencial apresenta-se com baixa polaridade e
345 com alto caráter hidrofóbico, o que atrelado a alta serosidade em folhas e frutos dificulta a
346 difusão do óleo essencial.

347

348 **Efeito dos Óleos Essenciais de *Pectis* e *Dizygostemon riparius* sobre a severidade de** 349 ***Colletotrichum gloeosporioides* em frutos de manga.**

350

351 Foi escolhido o tratamento de 3,0 µl/ml dos óleos essenciais uma vez que
352 concentrações superiores causaram fitotoxicidade nos frutos. Observou-se que ambos os óleos
353 essenciais testados reduziram a severidade causada por *Colletotrichum gloeosporioides*,
354 havendo diferenças significativas entre os tratamentos em todas as cultivares avaliadas. Esses
355 resultados corroboram com outros autores em que o uso de óleos essenciais diminuiu a
356 deterioração pós-colheita em diversas frutas, como, banana (*Musa spp.*) (VILAPLANA et al.,
357 2018), pimenta (*Capsicum annuum*) (HONG et al., 2015) e morangos (*Fragaria vesca*)
358 (CAMPOS-REGUENA et al., 2017). De acordo com Ben-Jabeur (2015), esses resultados
359 estão possivelmente relacionados ao estresse ocasionado por substâncias presentes nos óleos
360 essenciais, o que estimula a produção de compostos fenólicos e peroxidases que atuarão na
361 defesa do fitopatógeno.

362 Os testes com óleo essencial de *D. riparius* apresentaram as menores médias de
363 severidade em todos os tratamentos avaliados (Figura 6). Pesquisas como as de Fonseca et

364 al. (2019) observaram também na cultura de manga que o óleo essencial de noni apresentou-
365 se eficiente no controle preventivo da severidade a partir da concentração de 2,0%. É válido
366 ressaltar que, após o término do período de avaliação de 6 dias, os frutos foram cortados ao
367 meio para uma avaliação visual da profundidade da lesão. E ambos os tratamentos com os
368 óleos essenciais foram eficazes reduzindo significativamente a lesão na polpa dos frutos.
369 Entretanto os melhores resultados foram observados nos frutos de manga Tommy Atkins
370 tratados com o óleo essencial de *D. riparius*, que apresentaram uma redução significativa na
371 profundidade da lesão quando comparado aos demais tratamentos (Figura 7). Os frutos de
372 mangas do tratamento controle foram as que apresentaram maior profundidade de lesão e
373 maiores danos na polpa dos frutos, diferindo visualmente dos tratamentos com ambos os óleos
374 essenciais.

375 Estudos conduzidos por Guimarães (2016) observaram que o óleo essencial de capim-
376 limão (*Cymbopogon citratus*) em mangas ‘palmer’ inoculadas com *C. gloeosporioides*
377 tiveram menores diâmetros de lesão a partir do tratamento de 2% do óleo essencial, além de
378 menores perdas de massa fresca e menores danos na superfície dos frutos no final do período
379 de armazenamento em temperatura ambiente.

380 Santos et al. (2018), observaram que o efeito de um revestimento de fécula de
381 mandioca associada ao óleo essencial de cravo-da-índia para o recobrimento de frutos de
382 mamão, apresentou resultados significativos para o controle do crescimento da lesão da
383 antracnose. Evidenciando assim que os óleos essenciais quando incorporados a outras
384 substâncias podem manter seu efeito antifúngico, não sendo necessário sua utilização apenas
385 em estado puro ou diluído.

386

387

CONCLUSÃO

388

389 Verificou-se, portanto, que os óleos essenciais de *P. brevipedunculata* e *D. riparius*
390 têm efeito inibitório no crescimento micelial da antracnose (*C. gloeosporioides*) in vitro a
391 partir da concentração testada de 1 µl/ml. As análises in vivo em casa de vegetação mostraram
392 que o óleo de *P. brevipedunculata* reduziu a severidade da antracnose, em mudas de manga
393 na cultivar Tommy Atkins no 6º dia de avaliação, enquanto o óleo de *D. riparius* apresentou
394 uma redução na severidade a partir do 10º dia de avaliação. No tratamento in vivo em
395 condições de pós-colheita com frutos, ambos os óleos essenciais testados foram eficientes em
396 todas as cultivares testadas. De maneira geral, evidencia-se que os óleos de *P.*

397 *brevipedunculata* e *D. riparius* constituem-se como uma alternativa viável para o controle de
398 *C. gloeosporioides* na cultura de manga.

REFERÊNCIAS

399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446

ALI, A.; HEI, G.K.; KEAT, Y.W. Efficacy of ginger oil and extract combined with gum arabic on anthracnose and quality of papaya fruit during cold storage. **Journal of Food Science and Technology**, v. 3, n. 1, p.1-10, 2016.

BETTIOL, W. Conversão de sistemas de produção: uma visão global. *In*: VENZON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J.; PALLINI, A. Controle alternativo de pragas e doenças na agricultura orgânica. Viçosa: **Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais Zona da Mata**, 2010, cap.1, p. 1-24.

BEN-JABEUR, M.; GHABRI, E.; MYRIAM, M.; HAMADA, W. Thyme essential oil as a defense inducer of tomato against gray mold and *Fusarium wilt*. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 94, p. 35–40, 2015.

BONALDO, S. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. S.; FIORI-TUTIDA, A. C. G. Contribuição ao estudo das atividades antifúngica e elicitora de fitoalexinas em sorgo e soja por eucalipto (*Eucalyptus citriodora*). **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 4, p. 383-387, 2007.

BRANDÃO, C.M.; CAVALCANTE, K. S. B.; TELES, R. M.; MARQUES, G. E. C.; MONTEIRO, O.S.; ANDRADE, E. H. A.; MAIA, J. G. S. Composition and Larvicidal Activity of the Oil of *Dizygostemon riparius* (Plantaginaceae), a New Aromatic Species Occurring in Maranhão, Brazil. **Chemistry & Biodiversity**, v. 17, n. 11, p. 1-11, 2020.

CAMPOS-REGUENA, V. H. Thermoplastic starch/clay nanocomposites loaded with essential oil constituents as packaging for strawberries in vitro antimicrobial synergy over *Botrytis cinerea*. **Postharvest Biology and Technology**, v. 129, p. 29–36, 2017.

CERDEÑO, V.J.M. Hábitos de compra y consumo de frutas y hortalizas - Resultados del Observatorio del Consumo y la Distribución Alimentaria. **Revista Distribución y Consumo**, v. 16, n. 88, p.05-28, 2006.

COMPAGNONE, R.S.; CHAVES, K.; MATEU, E.; ORSINI G.; ARVELO, F.; SUÁREZ, A. I. Composition, and cytotoxic activity of essential oils from *Croton matourensis* and *Croton micans* from Venezuela. A C. G. publication. **Records of Natural Products**. v. 4, n. 2, p. 101-108, 2010.

DAL-BELLO, G.; LAMPUGNANI, G.; ABRAMOFF, C.; FUSÉ, C.; PERELLÓ, A. Postharvest control of *Botrytis gray* mould in tomato by antagonists and biorational compounds. **Integrated Protection of Stored Products**, v. 111, n.1, p. 417-425, 2015.

DIAS-ARIEIRA, C. R.; FERREIRA, L. D. R.; ARIEIRA, J. D. O.; MIGUEL, E. G.; DONEGA, M. A.; RIBEIRO, R. C. F. Atividade do óleo de *Eucalyptus citriodora* e *Azadirachta indica* no controle de *Colletotrichum acutatum* em morangueiro. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 3, p. 228-232, 2010.

FONSECA, A. C. C.; ROTILI, E. A.; FERREIRA, T.P.S.; MOURÃO, D.S.C; DIAS, B.L.

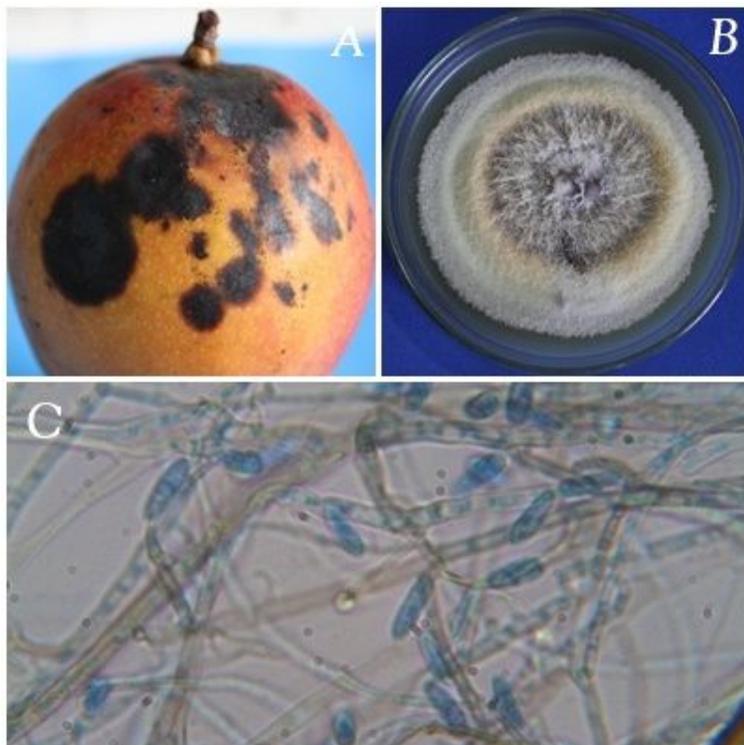
- 447 “Potencial do óleo essencial de noni no controle preventivo e curativo da antracnose da
448 mangueira”. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 7, n 3, p. 356–62, 2019.
- 449
- 450 GUIMARÃES, J.E.R. **Produtos naturais no controle da antracnose e na qualidade pós-**
451 **colheita de mangas ‘palmer’**. 2016. 123 f. Tese (Doutorado) - Agronomia (Produção
452 Vegetal), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016.
- 453
- 454 GUPTA, C.; GARG, A. P.; UNİYAL, R. C.; KUMARI, A. Comparative analysis of the
455 antimicrobial activity of cinnamon oil and cinnamon extract on some food-borne microbes.
456 **African Journal of Microbiology Research**, v. 2, n. 9, p. 247–251, 2008.
- 457
- 458 HU, M.; YANG, D.; HUBER, D. J.; JIANG, Y.; LI, M.; GAO, Z.; ZHANG Z. Reduction of
459 postharvest anthracnose and enhancement of disease resistance in ripening mango fruit by
460 nitric oxide treatment. **Postharvest Biology and Technology**, v. 97, n.1, p. 115-122, 2014.
- 461
- 462 HONG, J. K. Application of volatile antifungal plantessential oils for controlling pepper fruit
463 anthracnose by *Colletotrichum gloeosporioides*. **Plant Pathology Journal**, v. 31, n. 3, p.
464 269–277, 2015.
- 465
- 466 LIMA, N.B.; LIMA, W.G.; TOVAR-PEDRAZA, J.M.; MICHEREFF, S.J.; CÂMARA,
467 M.P.S. Comparative epidemiology of *Colletotrichum* species from mango in northeastern
468 Brazil. **European Journal of Plant Pathology**, v. 141, n.4, p.679-688, 2015.
- 469
- 470 LIMA, T. S.; MELO, Y. N. C. da S.; SILVA, J. L. da; COSTA, J. F.de O.; LIMA, G. S. de
471 A.; ASSUNÇÃO, I. P. Efficiency of essential oils to control *Colletotrichum theobromicola*
472 in vitro. **Revista AgroAmbiente On-Line**, v. 15, n. 1, p. 1-10, 2021.
- 473
- 474 LINDE, J. H.; COMBRINCK, S.; REGNIER, T. J. C.; VIRIJEVIC, S. Chemical composition
475 and antifungal activity of the essential oils of *Lippia rehmannii* from South Africa. **South**
476 **African Journal of Botany**, Pretoria, Africa do Sul, v. 76, n. 1, p. 37-42, 2010.
- 477
- 478 MAIA, L. C.; CARVALHO JÚNIOR, A. A.; CAVALCANTI, L. H.; GUGLIOTTA, A. M.;
479 DRECHSLER-SANTOS, E. R.; SANTIAGO, A. L. M. A.; CÁCERES, M. E. S.; GIBERTONI, T.
480 B.; APTROOT, A.; GIACHINI, A. J. Diversity of Brazilian Fungi. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1033-
481 1045, 2015.
- 482
- 483 MENEZES, E.L.; PINTO, T.J.S.; BRANDÃO, C.M.; CAVALCANTE, K.S.B.; TELES,
484 R.M. Estudo químico do óleo essencial de espécie vegetal encontrada em são benedito do Rio
485 Preto -MA e sua aplicação como larvicida contra o *Aedes aegypti*. **Cb de Química**, v. 2, n. 1,
486 p. 1-7, 2018.
- 487
- 488 MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. *In*:
489 BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Ed.). Biocontrole de doenças de plantas: usos e
490 perspectivas. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, v.3, p. 7-14, 2019.
- 491
- 492 MOURA, G.S. **CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA E CONTROLE DA**
493 **ANTRACNOSE EM FRUTOS DE MARACUJÁ-AMARELO POR DERIVADOS DE**
494 **CAPIM-LIMÃO**. 2010. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade
495 Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

- 496
497 NIZIO, D.A.C., BRITO, F.A., SAMPAIO, T.S., MELO, J.O., SILVA, F.L.S., GAGLIARDI,
498 P.R., ARRIGONI-BLANK, M.F., ANJOS, C.S., ALVES, P.B., WISNIEWSKI-JUNIOR, A.,
499 BLANK, A.F., 2015. Chemical diversity of native populations of *Varronia curassavica*
500 Jacq. and antifungal activity against *Lasiodiplodia theobromae*. **Industrial Crops and**
501 **Products**, v. 76, p. 437-448, 2015.
502
503
504 NOBRE, J. O. S.; MARQUES, M. L. da S. Alternative methods for in vitro control of
505 *Colletotrichum gloeosporioides* causal agent of anthracnose in “dedo-de-moça”
506 pepper. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p.1-7, 2021.
507
508 OLIVEIRA, M.TR.; BERBERT, P.A. EFEITO DA TEMPERATURA DO AR DE
509 SECAGEM SOBRE O TEOR E A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DE
510 *Pectis brevipedunculata*. **Química Nova**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 7, p. 1200-1204, 2011.
511
512 PASTANA, R. F.; VIEIRA, G. H. C; MACHADO, P. P. Uso da própolis no controle “in
513 vitro” do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* causador da antracnose em berinjela. **Revista**
514 **de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 1, p. 12–15, 2016.
515
516 PEDROSO, D.; MENEZES, V.; JUNGES, E.; MULLER, J.; GIRARDI, L.; DILL, A.;
517 MUNIZ, M.; BLUME, E. Potencial Inibitório *in vitro* de *Alternaria solani* Sob Efeito de
518 Extratos Botânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p.4260-4263, 2009.
519
520 PEIXOTO, M. G.; BLANK, A. F.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; GAGLIARDI, P. R.; MELO,
521 J. O.; NIZIO, D. A.; PINTO, V. S. Activity of essential oils of *Lippia alba* chemotypes and
522 their major monoterpenes against phytopathogenic fungi. **Bioscience Journal**, v. 34, n. 5, p.
523 1136-1146, 2018.
524
525 PHOULIVONG, S.; CAI, L.; CHEN, H.; MCKENZIE, E. H.; ABDELSALAM, K.;
526 CHUKEATIROTE, E.; HYDE, K. D. *Colletotrichum gloeosporioides* is not a common pathogen on
527 tropical fruits. **Fungal Diversity**, v. 44, n. 1, p. 33-43, 2010.
528
529 RAUT, J. S.; KARUPPAYIL, S. M. A status review on the medicinal properties of essential
530 oils. **Industrial Crops and Products**, v. 62, p. 250-264, 2014.
531
532 SANTOS, N.S.T.; AGUIAR, A.J.A.A.; OLIVEIRA, C.E.V.; SALES, C.V.; SILVA, S.M.;
533 SILVA, R.S.; STAMFORD, T.C.M.; SOUZA, E.L. Efficacy of the application of a coating
534 composed of chitosan and *Origanum vulgare* L. essential oil to control *Rhizopus stolonifer*
535 and *Aspergillus niger* in grapes (*Vitis labrusca* L). **Food Microbiology**, v.32, n. 2, p. 345-
536 353, 2012.
537
538 SANTOS, B.J.R; REIS, R.C.; ALMEIDA, J. M.; BATISTA, D. V. S.; SASAKI, F. F. C.
539 Efeito do óleo essencial de cravo-da-índia e do revestimento à base de fécula de mandioca no
540 controle da antracnose e nas características físico-químicas do mamão. **Embrapa**
541 **Fruticultura**, v.2, n.1, p 5-11, 2018.
542
543 SANZANI, S.M.; REVERBERI, M.; GEISEN, R. Mycotoxins in harvested fruits and

- 544 vegetables: Insights in producing fungi, biological role, conducive conditions, and tools to
545 manage postharvest contamination. **Postharvest Biology and Technology**, v. 122, n. 2 p. 95-
546 105, 2016.
- 547
- 548 SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; CRUZ, M. E. da S. Uso de plantas
549 medicinais no controle de doenças de plantas. Uso de extratos vegetais no controle de fungos
550 fitopatogênicos. **Revista Floresta**, v.30, n.1, p.129-37, 2000.
- 551
- 552 SHAO, X.; CAO, B.; XU, F.; XIE, S.; YU, D.; WANG, H. Effect of postharvest application
553 of chitosan combined with clove oil against citrus green mold. **Postharvest Biology and
554 Technology**, v. 99, p. 37-43, 2015.
- 555
- 556 SHARMA, K.; MAHATO, N.; CHO, M. H.; LEE, Y. R. Converting citrus wastes into
557 valueadded products: Economic and environmently friendly approaches. **Nutrition**, v.34,
558 p.29-46, 2017.
- 559
- 560 SOUSA, R. M; SERRA, I. M. R. S.; MELO, T. A. Efeito de óleos essenciais como alternativa
561 no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, em pimenta. **Summa Phytopathologica**,
562 v.38, n. 1, p. 42-47. 2012.
- 563
- 564 TRIPATHI, P.; DUBEY, N. K.; SHUKLA, A. K. Use of some essential oils as post-harvest
565 botanical fungicides in the management of gray mould of grapes caused by *Botrytis cinerea*.
566 **World Journal of Microbioly and Biotechnology**, v. 24, p. 49-46, 2008.
- 567
- 568 VILAPLANA, R.; PAZMINO, L.; VALENCIA-CHAMORRO, S. Control of anthracnose,
569 caused by *Colletotrichum musae*, on postharvest organic banana by thyme oil. **Postharvest
570 Biology and Technology**, v. 138, p. 56–63, 2018.
- 571
- 572 ZHENG, M. SHI, J.; SHI, J.; WANG, Q.; LI, Y. Antimicrobial effects of volatiles produced
573 by two antagonistic *Bacillus strains* on the anthracnose pathogen in postharvest mangos.
574 **Biological Control**, v. 65, n. 2, p. 200-206, 2013.
- 575
- 576
- 577
- 578
- 579
- 580
- 581
- 582
- 583
- 584
- 585
- 586
- 587
- 588
- 589
- 590
- 591

592 Tabelas e figuras

593



594

595 **Figura 1.** Obtenção do isolado fúngico *C. Colletotrichum*. A - Fruto de manga com Antracnose, B-
 596 isolado de *C. gloeosporioides* em placa de Petri, C- Microscopia das estruturas fúngicas. Fonte:
 597 (São Luís, 2021).

598

599

600

601

602

603

604

605

Tabela 1. Médias de crescimento micelial in vitro diário do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* após dez dias de avaliação em (mm), tratados com diferentes concentrações (%) dos óleos essenciais de *Dizygostemon riparius* e *Pectis brevipedunculata*. Fonte: (São Luís, 2021)

TRATAMENTO	CRESCIMENTO MICELIAL			
	<i>Dizygostemon riparius</i>	I.V.C.M	<i>Pectis brevipedunculata</i>	I.V.C.M
Testemunha	72,86 a	7,28 a	72,86 a	7,28 a
1 µl/ml	68,86 b	6,59 b	64,98 b	6,92 b
2 µl/ml	61,98 b	6,56 b	58,38 c	6,41 b
3 µl/ml	57,88 b	6,36 b	50,52 c	6,11 b
4 µl/ml	41,85 c	5,98 c	39,95 d	5,74 c

616

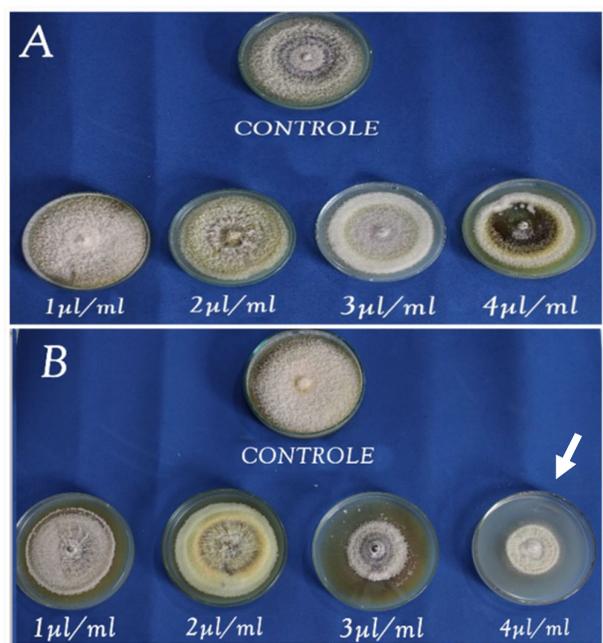
617

618

619

620

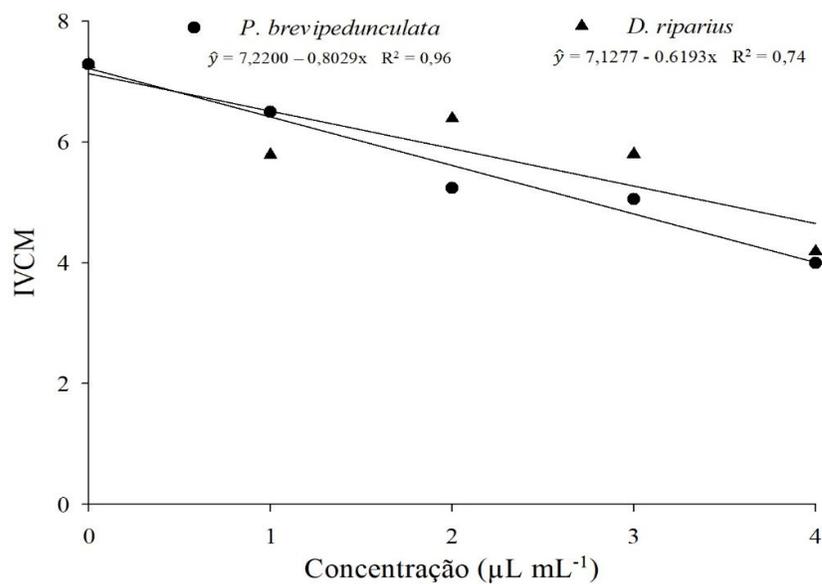
*Médias seguidas da mesma letra minúscula (colunas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. * Coeficiente de variação (CV): 7.02 %



621
622
623
624
625
626
627

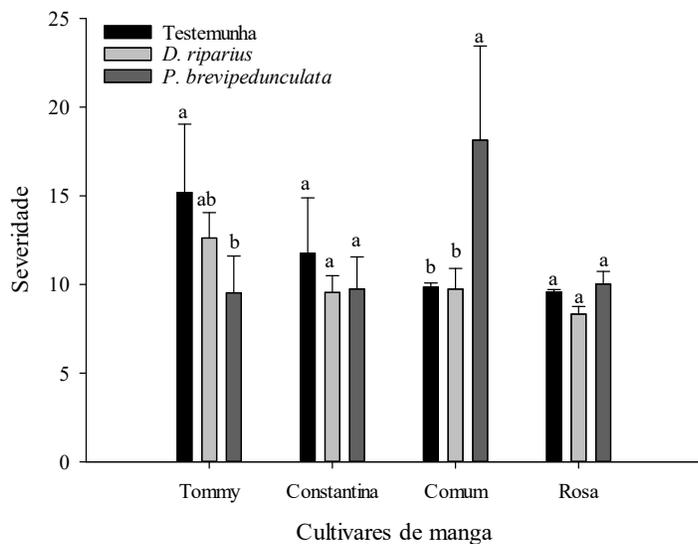
Figura 2. Crescimento micelial in vitro do fungo *Colletotrichum gloeosporioides* submetido a diferentes concentrações após dez de avaliação “in vitro”. A- *D. riparius* B- *P. brevipedunculata*
Fonte: (São Luís, 2021)

628
629
630



631
632
633
634
635
636
637
638

Figura 3. Índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) de *Colletotrichum gloeosporioides* em função das concentrações dos óleos essenciais de *Pectis brevipedunculata* e *Dizigostemon riparius*.

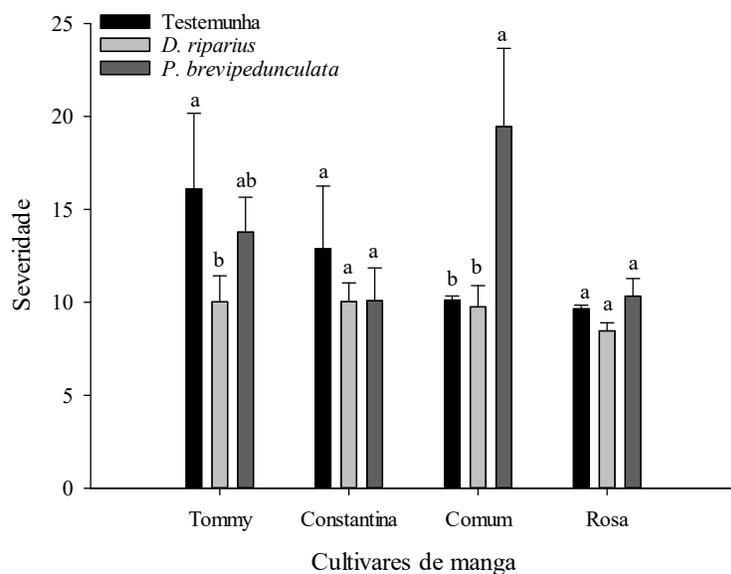


656

657 **Figura 4.** Severidade em mudas de manga inoculadas com *C. gloeosporioides* ao fim de seis dias.
 658 (1 - manga Tommy Atkins 2- manga Constantina 3- manga Comum 4- manga Rosa). Fonte: (São
 659 Luís, 2021)

660

661



680

681

682 **Figura 5.** Severidade em mudas de manga inoculadas com *C. gloeosporioides* ao fim de dez dias.
 683 (1 - manga Tommy Atkins 2- manga Constantina 3- manga Comum 4- manga Rosa). Fonte: (São
 684 Luís, 2021)

685

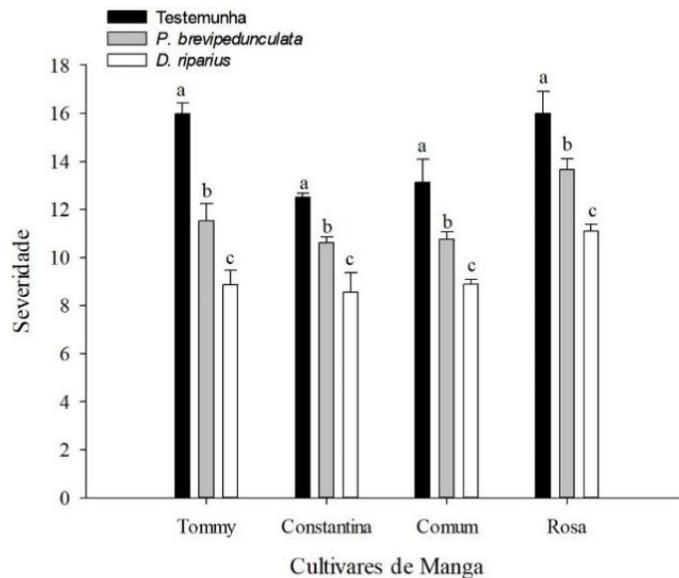
686

687

688

689

690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709



710
711
712
713
714
715

Figura 6. Severidade em frutos de manga inoculadas com *C. gloeosporioides* aos seis dias. (1 - manga Tommy Atkins 2- manga Constantina 3- manga Comum 4- manga Rosa). Fonte: (São Luís, 2021)



716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727

Figura 7. Corte transversal de cultivar de manga Tommy Atkins evidenciando a redução da severidade na polpa do fruto. Fonte: (São Luís, 2021)

728
729
730
731

ANEXO

732

Instruções aos autores

733
734
735
736

A Revista Brasileira de Fruticultura (RBF) destina-se à publicação de artigos e comunicações técnico-científicos na área da fruticultura, referentes a resultados de pesquisas originais e inéditas, redigidas em português, espanhol ou inglês e/ou 1 ou 2 REVISÕES por número, de AUTORES CONVIDADOS.

737
738
739
740
741
742
743
744

2. É imperativo que todos os autores assinem a Declaração de encaminhamento, mencionando que: “OS AUTORES DECLARAM QUE O REFERIDO TRABALHO NÃO FOI PUBLICADO ANTERIORMENTE, OU ENCAMINHADO PARA PUBLICAÇÃO A OUTRA REVISTA E CONCORDAM COM A SUBMISSÃO E TRANSFERÊNCIA DOS DIREITOS DE PUBLICAÇÃO DO REFERIDO ARTIGO PARA A RBF.”

OBS: Trabalhos submetidos como artigo não serão julgados ou publicados na forma de Comunicação Científica, e vice-versa.

745
746
747
748
749
750
751

3. Os trabalhos podem ter no máximo até 6 (seis) autores e devem ser **encaminhados completo com o nome do(s) autor(es) sem abreviações** e notas de rodapé para nosso arquivo; formato em tamanho A4 (210 x 297mm), numerando linhas e páginas, margens de 2 cm, em espaço entre linhas de um e meio, fonte Times New Roman, no tamanho 13. O texto deve ser escrito corrido, separando apenas os itens como Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusão, Agradecimentos e Referências, as Tabelas e Figuras em folhas separadas, no final do artigo após as Referências.

752
753
754

TAXA DE PUBLICAÇÃO:

a) No encaminhamento inicial (submissão), efetuar o pagamento de R\$ 150,00 e, com a aprovação do trabalho, o restante da taxa, sendo:

755
756
757
758
759

b) • R\$ 100,00 por PÁGINA DIAGRAMADA para sócios (**PRIMEIRO/SEGUNDO AUTOR DEVERÁ SER SÓCIO**): Associe-se a **SBF**: <http://www.fruticultura.org/associe-se>

ou

• R\$ 200,00 por PÁGINA DIAGRAMADA para não sócios;

760
761
762
763

• Exemplo: A taxa de publicação para um artigo APROVADO de 12 páginas no Word, que depois de diagramado somará aproximadamente 8 páginas, será de R\$ 800,00 / sócio e R\$ 1.600,00 / não sócio. O pagamento desta taxa deverá ser efetuado com o ACEITE DO TRABALHO.

764
765
766
767

d) O pagamento deverá ser efetuado por DEPÓSITO ou TRANSFERÊNCIA BANCÁRIA no **Banco do Brasil, agência nº 0269-0 e Conta-Corrente nº 8356-9** (enviar cópia do comprovante por e-mail, ou encaminhar como documento suplementar), **CNPJ: 51.8713960/0001-68.**

768
769

OBS: Para trabalhos denegados ou encerrados não será devolvido o pagamento inicial.

- 770 e) **SciELO online publicação:** <https://mc04.manuscriptcentral.com/rbf-scielo>
- 771 f) Uma vez publicados, os trabalhos poderão ser transcritos, parciais ou totalmente,
772 mediante citação da revista exclusivamente neste formato: **Nome dos autores, título do**
773 **artigo, nome completo da revista (Revista Brasileira de Fruticultura), Jaboticabal**
774 **(cidade), volume, número, paginação e ano.** As opiniões e conceitos emitidos nos artigos
775 são de exclusiva responsabilidade do(s) autor (es).
- 776 g) **E-mail para dúvidas e contato:** rbrfruti@gmail.com; rbrf@fcav.unesp.br
777 **Telefones:** (16)3209-7188/7609
- 778 4) Os artigos deverão ser organizados em: **Título, Nomes dos Autores COMPLETO**
779 **(sem abreviações** e separados por vírgula, e no caso de dois autores, separadas por &), e
780 no Rodapé da primeira página deverão constar a qualificação profissional de cada autor,
781 cargo seguido da Instituição pertencente, endereço (opcional), **E-MAIL DE TODOS OS**
782 **AUTORES (imprescindível)** e menções de suporte financeiro; Resumo (incluindo
783 Termos para Indexação), Title, Abstract (incluindo Index Terms), Introdução, Material e
784 Métodos, Resultados e Discussão, Conclusão, Agradecimentos (opcional), Referências,
785 Tabelas e Figuras (vide normas para tabelas e figuras). O trabalho deve ser submetido à
786 correção de Português e inglês, por profissionais habilitados, antes de ser encaminhado à
787 RBF.
- 788 5) As Comunicações Científicas deverão ter estrutura mais simples com 8 páginas, texto
789 corrido, sem destacar os itens (Introdução, Material, Resultados e Conclusões), exceto
790 Referências.
- 791 6) As Legendas das Figuras e Tabelas deverão ser autoexplicativas e concisas. As legendas,
792 símbolos, equações, tabelas etc. deverão ter tamanho que permita perfeita legibilidade,
793 mesmo numa redução de 50% na impressão final da revista; a chave das convenções
794 adotadas deverá ser incluída na área da Figura; a colocação de título na Figura deverá ser
795 evitada, se este puder fazer parte da legenda; as fotografias deverão ser de boa qualidade.
- 796 7) Nas Tabelas, devem-se evitar as linhas verticais e usar horizontais, apenas para a
797 separação do cabeçalho e final delas, evitando o uso de linhas duplas.

798

799 **REFERÊNCIAS:**800 **NORMAS PARA REFERÊNCIA (ABNT NRB 6023, ago. 2002)**801 **As Citações de autores no texto** deverão ser elaboradas no seguinte formato:

- 802 • **Quando os autores estão fora dos parênteses, deve ser citado com as letras**
803 **minúsculas;**
- 804 • **No caso de dois autores, deve estar separadas por “e”;**
- 805 • **Quando estiver dentro dos parênteses às citações do nome dos autores devem ser**
806 **todas em letras maiúsculas separadas por ponto e vírgula; quando mais de dois**
807 **autores, citar o primeiro seguido de “et al.” (não use “itálico”).**

808 As **Referências no fim do texto** deverão ser apresentadas em ordem alfabética das
809 seguintes formas:

810 **ARTIGO DE PERIÓDICO**

811 AUTOR (es) (deve constar o nome de todos os autores, não usar et al.), Título do artigo.
812 Título do periódico, local de publicação, v., n., p., ano.

813 • **NO CASO DA CITAÇÃO SER DA RBF, obedecer na íntegra a Normatização**
814 **abaixo:**

815 **a) Nome dos autores, título do artigo, nome completo da revista (Revista Brasileira**
816 **de Fruticultura), Jaboticabal (cidade), volume, número, paginação e ano.**

817 • Exemplo:

818 DECONTI, D.; RIBEIRO, M. F.; RASEIRA, M. C.B.; PETERS, J. A.; BIANCHI, V. J.
819 Caracterização anatômico-fisiológica da compatibilidade reprodutiva de ameixeira-
820 japonesa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.3, p.695-703, 2013.

821 **ARTIGO DE PERIÓDICO EM MEIO ELETRÔNICO**

822 AUTOR (es). Título do artigo. Título do Periódico, cidade, v., n., p., ano.
823 Disponível em:<endereço eletrônico>. Acesso em: dia mês (abreviado). Ano.
824 AUTOR (es). Título do artigo. Título do Periódico, local de publicação, v., n. p., ano. **CD-**
825 **ROM.**

826 **LIVRO**

827 AUTOR (es). Título: subtítulo. Edição (abreviada). Local: Editora, ano. p. (total ou
828 parcial).

829 **CAPÍTULO DE LIVRO**

830 AUTOR. Título do capítulo. In: AUTOR do livro. Título: subtítulo. Edição (abreviada).
831 Local: Editora, ano. páginas do capítulo.

832 **LIVRO EM MEIO ELETRÔNICO**

833 AUTOR (es). Título. Edição (abreviada). Local: Editora, ano. p. (total ou parcial).
834 Disponível em<endereço eletrônico>. Acesso em: dia mês (abreviado). Ano.
835 **AUTOR (es). Título. Edição (abreviada). Local: Editora, ano. p. CD-ROM.**

836 **EVENTOS**

837 AUTOR. Título do trabalho. In: NOME DO EVENTO, numeração, ano, local de
838 realização.
839 Título... Local de publicação: editora, ano de publicação. p.

840 **EVENTOS EM MEIO ELETRÔNICO**

841 AUTOR. Título do trabalho. In: NOME DO EVENTO, numeração, ano, local de
842 realização. Título. Local de publicação: Editora, data de publicação. Disponível
843 em:<endereço eletrônico>. Acesso em: dia mês (abreviado) ano.

844 AUTOR. Título do trabalho. In: NOME DO EVENTO, numeração, ano, local de
845 realização. Título. Local de publicação: Editora, ano de publicação. **CD-ROM.**
846 **DISSERTAÇÃO, TESES E TRABALHOS DE GRADUAÇÃO**

847 AUTOR. Título. ano. Número de folhas ou volumes. Categoria da Tese (Grau e área de
848 concentração) - Nome da faculdade, Universidade, ano.

849 **8. NORMAS PARA TABELAS E FIGURAS:**

850 **TABELA** - Microsoft Word 97 ou versão superior; Fonte: Times New Roman, tamanho
851 12; Parágrafo/Espaçamento simples; Largura da tabela em 10 ou 20,6 cm; título ou
852 rodapé deverá ser digitado no MS Word. **(ENVIAR TABELA NO FINAL DO**
853 **ARTIGO, COMO TEXTO E NÃO COMO IMAGEM)**

854 **GRÁFICO** - Microsoft Excel/ Word 97 ou versão superior; Fonte: Times New Roman,
855 tamanho 12; Parágrafo/Espaçamento simples; Largura da em 10 ou 20,6 cm; **Além de**
856 **constar no FINAL do ARTIGO, o arquivo do gráfico deverá ser enviado**
857 **separadamente, como imagem (na extensão jpg, tif ou gif com 300 dpi de resolução).**
858 No caso de uma figura com 2,4,6 ou mais gráficos/figuras, estes deverão ser enviados em
859 um único arquivo de preferência gravados em JPG. O título ou rodapé deverá ser digitado
860 no MS Word. Podem ser coloridos.

861 **FOTOS** - Todas as fotos deverão estar com 300 dpi de resolução em arquivo na extensão:
862 jpg, jpeg, tif ou gif; Além de estarem no corpo do trabalho, as fotos devem estar em
863 arquivos separados; O título ou rodapé deverá ser digitado no **MS Word**.

864 **FIGURAS OU IMAGENS GERADAS POR OUTROS PROGRAMAS** - As imagens
865 geradas por outros programas que não sejam do pacote Office Microsoft, devem estar com
866 300 dpi na extensão: **jpg, tif ou gif**; Largura de 10 ou 20,6 cm; O título ou rodapé deverá
867 ser digitado no MS Word. Podem ser coloridas.

868