

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

**PEDRO IVO MENEZES BITU**

**BIOATIVIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA-DA-ÍNDIA**  
**(*CINNAMOMUM ZEYLANICUM* BLUME) NO CONTROLE DA MANCHA-**  
**ALVO DO MAMOEIRO.**

**São Luís**

**2014**

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

**PEDRO IVO MENEZES BITU**  
**Engenheiro Agrônomo**

**BIOATIVIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA-DA-ÍNDIA  
(*CINNAMOMUM ZEYLANICUM* BLUME) NO CONTROLE DA MANCHA-  
ALVO DO MAMOEIRO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, como parte dos requisitos para obtenção de título de mestre em Agroecologia.

Orientadora: Profa. Dra. Antônia Alice Costa Rodrigues

**São Luís**

**2014**

**PEDRO IVO MENEZES BITU**

**BIOATIVIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA-DA-ÍNDIA  
(*CINNAMOMUM ZEYLANICUM* BLUME) NO CONTROLE DA MANCHA-  
ALVO DO MAMOEIRO**

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Antônia Alice Costa Rodrigues (Orientadora)**

**Doutora em Fitopatologia**

**Universidade Estadual do Maranhão**

---

**Prof. Dr Odair dos Santos Monteiro (1° examinador)**

**Doutor em Química Orgânica**

**Universidade Federal do Maranhão**

---

**Prof. Dr José Ribamar Gusmão Araújo (2° examinador)**

**Doutor em Fruticultura**

**Universidade Estadual do Maranhão**

## **DEDICO**

*A Deus e à minha família que sempre acreditaram e me deram a força necessária para seguir sempre em frente , sem eles, eu nunca teria chegado até aqui.*

*Obrigado.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, em primeiro lugar pelo dom da vida e a capacidade de superação, força e fé. Agradeço por todos os passos que já dei em toda minha vida.

À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), por onde alcancei minha graduação como engenheiro agrônomo e ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, pela oportunidade, concedida e pelos conhecimentos compartilhados.

À Ana Maria, Juliana e a Julio Bitu. Amo vocês.

À Rafaella, que muito me ajudou em todos os momentos.

À toda a Família a base sem a qual não teria forças para superar todas as dificuldades e vencer. É por eles que luto e sempre vou lutar.

A minha orientadora Professora Dra. Antônia Alice Costa Rodrigues, por ter acreditado em mim, pela paciência e por todas as orientações, eu não poderia estar em melhores mãos.

A todos os Professores do Curso de Pós Graduação em Agroecologia – UEMA, pela dedicação e ensinamentos durante todo esse período.

A todos os amigos do Laboratório de Fitopatologia que muito me ajudaram compartilhando seu conhecimento e ajuda em muitos momentos.

A todos os colegas de turma: Roberto Lima, Letícia Ramos, Márcio Leite, Sérgio Robinson, Júlio César, Stefania Pinzón, Marcelo Luís, Vinícius Macêdo, Maria de Jesus, Elizabeth Costa, Robson Jardeles e Rozalino, juntos todos conseguimos.

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

**“Sede fortes e corajosos!  
Não vos intimideis nem tenhais  
medo deles! Pois o Senhor teu  
Deus é Ele mesmo o teu guia,  
e não te abandonará.”  
(Dt 31,6)**

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	i
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	ii
<b>RESUMO</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>CAPITULO I-REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	10
O Patossistema: <i>Carica papaya</i> L. Versus <i>Corynespora cassiicola</i> (Berk. & M. A; Curtis) C.T.Weí .....	11
O hospedeiro: mamoeiro ( <i>Carica papaya</i> L.) .....	11
O patógeno: <i>Corynespora cassiicola</i> (Berk. & M. A; Curtis) C.T.Weí .....	12
A doença: mancha-alvo do mamoeiro .....	14
Manejo Ecológico de Doenças .....	15
Contexto histórico do uso dos produtos naturais .....	15
Produtos naturais do metabolismo secundário das plantas .....	17
Ação dos óleos essenciais no controle de fitopatógenos .....	18
REFERÊNCIAS .....	22
<b>CAPITULO II- EFEITO DO ÓLEO ESSENCIAIS DE CANELA-DA-ÍNDIA (<i>CINNAMOMUM ZEYLANICUM</i>) A MANCHA-ALVO DO MAMOEIRO.</b> .....	29
<b>RESUMO</b> .....	30
<b>ABSTRACT</b> .....	31
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	31
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	34
Localização do Experimento e Origem do Fitopatógeno .....	34
Coleta de Material Vegetal e Extração .....	35
Efeito do Óleo Essencial de Canela-da-Índia sobre o Crescimento Micelial e Esporulação de <i>C. cassiicola</i> .....	35
Efeito do Óleo de Canela-da-Índia no controle de mancha-alvo causada por <i>C. cassiicola</i> em plantas de Mamão .....	37
Efeito do Óleo de Canela-da-Índia no Controle Preventivo e Curativo de Lesões Causadas por <i>C. cassiicola</i> em Frutos de Mamão em Pós-Colheita.....	38
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	40
Efeito do Óleo Essencial de Canela-da-Índia Sobre o Crescimento Micelial e a Produção de Conídios de <i>C. cassiicola</i> .....	40

Efeito do óleo essencial de Canela-da-Índia no controle da mancha-alvo causada por <i>C. cassicola</i> em plantas de mamão.....	42
Efeito do Óleo de Canela-da-Índia no Controle Preventivo e Curativo de Lesões Causadas por <i>C. cassicola</i> em Frutos de Mamão em Pós-Colheita.....	47
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>49</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>55</b>
Normas da Revista Brasileira de Plantas Medicinai s.....	56



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Estrutura molecular do eugenol ..... 18
- Figura 2.** Comportamento da variação do número de folhas do mamoeiro tratadas com diferentes concentrações de óleo de canela-da-índia. São Luís, 2014... 42

**LISTA DE TABELAS**

- Tabela 1.** Avaliação *in vitro* do efeito do óleo essencial de canela-da-índia, sobre o crescimento micelial (cm) e esporulação de *Corynespora cassiicola* no período de 10 dias. São Luís. 2014 ..... 39
- Tabela 2.** Comportamento da variação do percentual do número de folhas com lesão causada por *C. cassiicola* no mamoeiro tratadas com diferentes concentrações ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) de óleo de canela-da-índia. São Luís. 2014..... 43
- Tabela 3.** Efeito do óleo essencial de canela-da-índia, em diferentes concentrações ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ), sobre, a área total lesionada causada por *C. cassiicola* em plantas de mamão 28 dias após a inoculação do patógeno. São Luís. 2014. .... 45
- Tabela 4.** Efeito das concentrações ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) do óleo essencial de canela-da-índia no tratamento curativo e preventivo da severidade da mancha alvo causada por *C. cassiicola* em frutos de mamão sete dias após a inoculação do patógeno. São Luís. 2014. .. 46

## BIOATIVIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA-DA-ÍNDIA (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) NO CONTROLE DA MANCHA-ALVO DO MAMOEIRO

Autor: Pedro Ivo Menezes Bitu

Orientador: Antônia Alice Costa Rodrigues

**RESUMO** – Atualmente a busca por alternativas ao uso excessivo de agrotóxicos na agricultura tem se intensificado, a procura por produtos naturais com menor impacto ao meio ambiente surge como uma promissora solução ao problema. O uso de óleos essenciais, subprodutos do metabolismo secundário de plantas, vem sendo estudada para cumprir com esta função. Este trabalho teve como objetivo verificar o efeito do óleo essencial obtidos de folhas secas da Canela-da-Índia, obtidas por hidrodestilação, no controle da doença mancha alvo na cultura do mamoeiro causada pelo fungo *Corynepora cassicola*. Para confirmar o efeito *in vitro* do óleo sobre o crescimento micelial e a esporulação do fungo, foram utilizados o óleo essencial e um fungicida comercial na concentração de 1 µL/mL, mais a testemunha composta apenas pelo fungo, com 10 repetições. Em casa de vegetação, cinco concentrações do óleo essencial (0 µL/mL, 0,5 µL/mL, 1,0 µL/mL, 2,0 µL/mL e ,4,0 µL/mL), mais tratamento com fungicida comercial, foram testados em plantas do mamoeiro, com seis repetições cada, sobre a incidência e a severidade da doença em planta do mamoeiro. Para avaliar o potencial do óleo nos controles preventivo e curativo da mancha alvo em condições de pós-colheita foram realizados dois ensaios, com seis repetições, com frutos de mamão, com as mesmas concentrações do óleo trabalhadas em casa de vegetação. O delineamento utilizado para todos os ensaios foi o inteiramente casualizado (DIC). O óleo na concentração utilizada *in vitro* inibiu totalmente o crescimento micelial e a esporulação do fungo. Em casa de vegetação as análises *in vivo* demonstraram potencial do uso da concentração 2 µL/mL do óleo no controle parcial da doença mancha-alvo em plantas jovens do mamoeiro. Os resultados em pós-colheita demonstraram que o tratamento preventivo foi mais eficiente que o tratamento curativo reduzindo o diâmetro das lesões nos tratamentos e apresentando percentual de inibição do crescimento de 82 a 91 %. Estes resultados são indicativos do potencial do uso do óleo essencial de canela-da-índia como alternativa no manejo da mancha alvo do mamoeiro.

Palavras-chave: *Caryca papaya*; *Corynespora cassicola*; óleos essenciais; controle alternativo.

## BIOACTIVITY OF CINNAMON ESSENTIAL OIL (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) IN THE CONTROL OF BROWN SPOT OF PAPAYA PLANT

Author: Pedro Ivo Menezes Bitu

Advisor: Antônia Alice Costa Rodrigues

**ABSTRACT** – Currently the search for alternatives to the excessive use of pesticides in agriculture has intensified the demand for natural products with less impact on the environment appears as a promising solution to the problem. The use of essential oils, byproducts of secondary metabolism of plants has been studied to fulfill this function. This study aimed to verify the effect of the essential oil obtained from the dried leaves of the Cinnamon, obtained by hydrodistillation, in control of brown spot disease in papaya crop caused by the fungus *Corynespora cassicola*. To confirm the *in vitro* effect of oil on mycelial growth and sporulation of the fungus, the essential oil and a commercial fungicide on the concentration of 1  $\mu\text{L}/\text{mL}$  plus a treatments control only composed by the fungus, with 10 repetitions. In the greenhouse, five concentrations of essential oil (0  $\mu\text{L}/\text{mL}$ , 0,5  $\mu\text{L}/\text{mL}$ , 1,0  $\mu\text{L}/\text{mL}$ , 2,0  $\mu\text{L}/\text{mL}$  e 4,0  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) plus treatment with commercial fungicide, were tested in plants papaya with six replicates each, on the incidence and severity of disease in the papaya plant. To evaluate the potential of oil in preventive and curative control of brown spot in terms of postharvest two assays were conducted with six replicates of papaya fruits with the same concentrations of oil worked in a greenhouse. The design used for all tests was randomized (DIC). The oil at the concentration used *in vitro* completely inhibited the mycelial growth and sporulation. In the greenhouse, the analyzes *in vivo* conditions, demonstrated potential use of concentration 2  $\mu\text{L}/\text{mL}$  of the oil in partial control of *Corynespora* brown spot disease in young papaya plants. The results demonstrated that post-harvest preventive treatment was more effective than curative treatment by reducing the diameter of the lesions and the treatments showing percentage growth inhibition 82-91%. These results are indicative of cinnamon oil as an alternative in the management of brown spot of papaya plant.

Keywords:; *Caryca papaya*; *Corynespora cassicola*; essential oils; alternative control.



**CAPITULO I**  
**REFERENCIAL TEÓRICO**

## REFERENCIAL TEÓRICO

**O Patossistema: *Carica papaya* L. Versus *Corynespora cassiicola* (Berk. & M. A; Curtis) C.T.Weii**

### **O hospedeiro: mamoeiro (*Carica papaya* L.)**

O mamoeiro é uma fruteira pertencente à família Caricaceae de ocorrência frequente em grande parte dos países da América. Após sua descoberta pelos espanhóis foi largamente distribuída em várias regiões de clima tropical. Considerada como uma das fruteiras mais cultivadas e conhecidas desenvolve-se adequadamente entre as temperaturas de 21 e 33°C e precipitação pluviométrica de 1500 mm anuais (SERRANO; CATTANEO, 2010).

Segundo os dados oficiais, que se referem à safra do ano de 2012, a produção mundial girava em torno de 12 milhões de toneladas, sendo que dos vinte maiores produtores da fruta, dez encontram-se na América Latina e Caribe sendo responsáveis por aproximadamente 33 % desse total. O Brasil é o segundo maior produtor mundial, ficando atrás apenas da Indonésia (FAO, 2012).

Conforme dados oficiais do IBGE, que se referem ao ano de 2012, dentre as principais frutas produzidas neste ano, o mamão teve grande destaque, alcançando um volume de produção estimado em quase 1,5 milhões de toneladas. A região nordeste foi responsável por quase 60 % de toda a área colhida com mamão no Brasil, onde tanto a quantidade produzida (917.380 t), quanto o rendimento médio da cultura (49.380 kg/ha) foram destaques em relação às demais regiões. A Bahia apresenta-se como maior estado produtor do Brasil, seguida pelo Espírito Santo. Em relação ao Nordeste, Bahia e o Ceará são os maiores produtores.

O Maranhão é o 20º em relação à produção da fruta no Brasil e ocupa a 8º posição no nordeste, nos últimos anos vem mantendo sua produção estável, no entanto apresenta baixa média de rendimento médio da produção (16.303 kg/ha - muito provavelmente por problemas como baixa tecnificação e medidas de controle fitossanitárias insuficientes ou inadequadas) em relação aos principais estados produtores no país (IBGE, 2012).

O mamoeiro é uma árvore de caule não lenhoso, frágil, na maioria das vezes não ramificado, apresenta folhas grandes, palmatilobadas, tendo pecíolos robustos ligados diretamente à haste principal. O tronco principal é reto e afunila-se a partir de 20 a 30 cm de

largura na base e a 5-7 cm de largura no ápice. O caule, com o envelhecimento, torna-se oco nos entre-nós, que são recobertos por cicatrizes deixadas pelas folhas. Em condições ideais, as plantas crescem rapidamente, produzindo 2 a 4 folhas por semana dispostas alternadamente em espiral no ápice do caule. Os frutos são ligados a partes superior do tronco, com os mais novos próximos do topo e os maduros mais abaixo. Os frutos podem variar quanto a forma de esféricos a formato de pera, ou alongados, e quanto ao peso variando de 0,35 a 12 kg. Quando maduros possuem casca fina e lisa de coloração amarela a alaranjada. Possui cinco cavidades centrais contendo numerosas sementes esféricas de coloração escuro-acinzentada com 5 mm de diâmetro (MING et al., 2008).

Doenças do mamão se destacam economicamente, pois sua presença pode causar severas perdas econômicas na produção, venda e exportação de frutas frescas que podem chegar a 100% em alguns casos. Em geral, a importância das doenças do mamão varia de acordo com a região em que se desenvolve, em função das condições climáticas, do manejo das populações de vetores pomar, densidade de inóculo e destino da produção para os mercados internos ou externos. No Brasil as doenças principais são viroses em campo, antracnose e podridões pedunculares em pós-colheita e doenças foliares causadoras de manchas como as provocadas pelos fungos *Alternaria* sp., *Cercospora papayae* Hansf. e *Corynespora cassiicola*, que também podem causar danos significativos aos frutos e reduzir a sua comercialização quando não controlada adequadamente (VENTURA et al., 2004).

### **O patógeno: *Corynespora cassiicola* (Berk. & M. A; Curtis) C.T.Wei**

*Corynespora cassiicola* é um fungo anamórfico pertencente ao filo Ascomycota, classe Dothideomycetes, ordem Pleosporales (SCHOCH et al., 2009; KIRK, 2014), também denominado mitospórico ou assexuais pela ausência, ou ainda, pela não constatação de estruturas decorrentes de reprodução sexuada (ALEXOPOULOS et al., 1996)

É um fungo patogênico de plantas, foi registrado em mais de 70 países e mais de 280 espécies de plantas são conhecidas por hospedar este fungo, incluindo frutas, legumes, cereais, culturas perenes, silvículas e plantas ornamentais (NGHIA et al., 2008). Geralmente provoca manchas do tipo alvo em folhas, mas também em caules, raízes e flores das plantas em regiões tropicais e subtropicais (FARR; ROSSMAN, 2006).

No Brasil, o patógeno já foi relatado causando danos em diversas espécies de plantas, tais como soja (YORINORI; HOMECHIN, 1977), pepino (VERZIGNASSI et al., 2003),

tomateiro (LEROY; LOURD, 1989), mamoeiro e cacauzeiro (DUARTE et al., 1983), aceroleira (SILVA et al., 1997), entre outras. Também é citado como patógeno em algumas plantas daninhas, tal como trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.) e assapeixe (*Vernonia cinerea* L.) (CUTRIM; SILVA, 2003).

Oliveira et al. (2007), estudando sobre a patogenicidade de 15 isolados de *C. cassiicola*, em condições de casa de vegetação, constatou que diferentes espécies de plantas podem ser infectadas por isolados de *C. cassiicola*, podendo causar danos significativos em espécies de importância econômica, ressaltando ainda a grande susceptibilidade do mamoeiro ao patógeno, que foi infectado por 12 dos isolados estudados.

Em trabalho realizado por Qi et al. (2011) em 22 isolados oriundos das espécies hospedeiras como pepino, seringueira, berinjela, tomate, feijão, Vigna, gergelim e o mamão, foram observadas variabilidade, entre os isolados, em suas características morfológicas. Foram encontradas diferenças tanto na cor dos micélios (branco ao cinza ou verde), na textura (fino a espesso, observada a partir do topo), na cor das colônias (branco a castanho claro, castanho vermelho, castanho escuro, cinzenta escuro ou preto, observada no reverso das placas de Petri), bem como na forma das culturas (redonda a ligeiramente poligonal). Os micélios de todos os isolados cresceram uniformemente em todas as direções em meio BDA, produzindo colônias com anéis de crescimento concêntricos e micélios abundantes.

A caracterização do crescimento micelial e da esporulação de 16 isolados de *C. cassiicola* sob diferentes regimes de temperatura, luz e umidade no desenvolvimento *in vitro* foi estudada por Teratono et al. (2013), que constataram que para o crescimento micelial, a temperatura ideal variou entre 23,3 a 29,5 °C, o crescimento de oito isolados foi indiferente ao regime de luz, enquanto os outros seis foram mais influenciados pelo escuro. A maioria dos isolados esporulou mais sob a luz contínua e o tempo de umidade necessária para que grande parte dos esporos germinasse foi entre cinco a vinte horas contínuas.

Segundo Holliday (1980) a doença causada pelo fungo *C. cassiicola* no mamoeiro, é denominada de mancha alvo, esse patógeno produz conidióforos eretos, simples e ocasionalmente ramificados, retos ou levemente curvados, de cor pálido ao castanho, liso, septados, monométrico, com até nove proliferações cilíndricas sucessivas medindo de 180 a 850 µm por 4 a 11 µm. Os conídios podem ser solitários ou em cadeia, variável em forma, obclavada a cilíndrico, reto ou curvo, sub hialina a marrom um tanto pálido-oliváceo, tendo geralmente 4 a 20 pseudo septos variando em média de 40 a 220 µm por 9 a 22 µm, com um "hilo" escuro na forma de rim. Ventura et al. (2004), obteve amostras de *C. cassicola* de folhas de mamoeiro infectadas no Espírito Santo, onde foi cultivado em meio Batata Dextrose



e Agar. Em BDA os isolados exibiram variabilidade em relação a cor da colônia, nas taxas de crescimento e a temperatura ideal para o crescimento encontrada foi de 28 ° C.

Resultados semelhantes a estes foram descritos por Qi et al, (2011) com relação a morfologia da colônia e dos conídios de 22 isolados oriundos de diferentes espécies hospedeira, os quais apresentaram taxas de crescimento entre 12,5 e 7,3 mm/dia e diâmetro de colônia entre 62,4 e 36,7 mm. Os conídios variaram quanto a forma podendo ser oval, obclavada, cilíndrico ou Y; curvas ou retas, o tamanho de 10,1 a 277,2 µm de comprimento por 1,3 a 17,1 µm de largura e o número de pseudoseptos variando de 0 a 18.

### **A doença: mancha-alvo do mamoeiro**

A doença caracteriza-se pelo aparecimento de sintomas nas hastes, frutos, pecíolos e folhas. No começo as lesões são muito pequenas e difíceis de perceber. Nas folhas as lesões são de cor amarelo-pálido, arredondadas a irregulares, variando de 1 a 2 mm de diâmetro. Também nas folhas mais velhas, com coloração branca circundada por um halo amarelo, medindo 2 a 3 mm. Algumas lesões podem chegar ate 10 mm de diâmetro. Na superfície abaxial das folhas é possível notar conidióforos escuros crescendo sobre a lesão, podendo apresentar rachaduras no centro da lesão (LIBERATO; MCTAGGART, 2006; SILVA, 2011).

As folhas mais baixas são particularmente susceptíveis. O número de lesões diminui em direção ao topo da copa. Centenas de lesões podem ocorrer em uma única folha e em seguida, com o aumento da severidade, a folha amarelece e pode cair prematuramente. Geralmente, o tamanho da lesão não se expande durante a senescência foliar, muito provavelmente pela condição de estresse criada pelo patógeno na planta que induz a síntese do hormônio etileno que é responsável pelo inicio das respostas ao estresse, como a abscisão foliar, senescência e regeneração de lesões. (TAIZ; ZEIGER, 2004; LIBERATO; MCTAGGART, 2006). Sintomas semelhantes foram observados por Paz (2010) nas variedades Grampola, Sunrise Solo 783, Canaã Sunrise solo, Sunrise Solo BS, Gran Golden, Baixinho de Santa Amália, Golden, Sunrise Solo 72/12, Canaã Golden, Golden Verde Escuro, tendo observado variação da ordem de 17,87 a 98,75 no número de lesões por folha.

No pecíolo e caule, as lesões são castanho-avermelhadas com o centro escuro, de forma elíptica, medindo de 3 a 5 mm de comprimento. Nos frutos, ainda verdes, surgem pontos circulares muito pequenos, em torno de 1 mm, podendo evoluir rapidamente, atingindo até a polpa, as lesões são deprimidas e com centro escuro, onde podem ser observadas as

estruturas do fungo em abundante esporulação. As lesões podem coalescer atingindo uma grande área com forma irregular no fruto (VENTURA et al., 2004; SILVA, 2011).

Temperaturas entre 20 e 24°C e alta umidade relativa favorecem a infecções pelo patógeno, que é disseminado pelo vento. Plantas sob condições de estresse hídrico ou nutricional se tornam mais predispostas ao aparecimento da doença, principalmente no caule. O uso de irrigação por aspersão geralmente favorece a severidade da doença formando um microclima que oferece condições favoráveis à infecção pelo patógeno (VENTURA et al., 2004).

A disseminação, incluindo a remoção dos conídios e o transporte e deposição do inóculo, geralmente são feitos pela chuva e o vento, sendo favorecidos pelo tempo seco (ALMEIDA et al., 2005). Logo após serem depositados na superfície do hospedeiro, os esporos de *C. cassicola* se fixam e emitem o tubo germinativo para iniciar o processo de penetração (OLIVEIRA; SANTOS FILHO, 2006).

O controle da doença é atualmente realizado com uso de fungicidas dos grupos Ditiocarbamatos, Fitalonitrilas, Oxicloreto de Cobre, Cloratolonil ou Tebuconazole, empregados para controle de outras doenças fúngicas do mamoeiro e no controle da mancha alvo. Monitoramento associado à remoção de folhas muito atacadas e posterior queima dos restos culturais podem diminuir o número de aplicações de fungicidas usados no controle da doença (OLIVEIRA; SANTOS FILHO, 2006; SILVA, 2011; MARTINS et al., 2012).

## **Manejo Ecológico de Doenças**

### **Contexto histórico do uso dos produtos naturais**

Fatos históricos consolidaram os agroquímicos em posição de destaque no controle de pragas e doenças. Segundo Kogan e Bajwa (1999), na segunda metade do século XX, em consequência da Segunda Guerra Mundial, os sistemas agrícolas na Europa e Ásia foram severamente interrompidos. A produção total na Europa um ano após o fim da guerra foi de 38 % abaixo do nível de produção dos anos anteriores a guerra. Os anos seguintes foram precedidos por uma expansão vigorosa na indústria química e do registro de centenas de novos pesticidas.

Por conta das consequências cumulativas dos produtos químicos no meio ambiente não demorou muito para surgirem iniciativas que modificassem a forma de combater estes organismos, dando início ao resgate de conhecimentos antes esquecidos em diversas áreas como o uso de produtos a base de plantas, de microorganismos do controle biológico e do sistema de manejo (SAITO; LUCHINI, 1998).

Ghini e Bettiol (2000) defendem que erradicar patógenos ou insetos-pragas no campo é um trabalho desnecessário e também impraticável. Uma agricultura sustentável implica no uso adequado de recursos naturais alterando o enfoque dos sistemas convencionais no uso dos recursos não renováveis ocasionando moderação no uso de produtos químicos e incentivo ao incremento de mais práticas que valorizem o uso de processos biológicos e naturais.

Atualmente muitas práticas agrícolas usadas no campo de forma indiscriminada com a finalidade de erradicar insetos-praga, fungos fitopatogênicos e ervas daninhas acabam por provocar grandes desequilíbrios ao meio ambiente e prejudicando a saúde humana. A busca por produtos alternativos eficientes que possam minimizar esses impactos vêm sendo pesquisada, uma vez que a sustentabilidade agrícola perpassa pela resolução desses problemas (GHINI; BETTIOL, 2000; ABAD et al., 2007; OOTANI et al., 2013)

O uso massivo e contínuo de produtos químicos como único método para conter doenças em plantas e frutos vem ocasionando muitas perdas ao meio ambiente e selecionando muitas espécies de fungos tornando-os resistentes. A procura por métodos alternativos, no qual se incluem a indução de resistência, o controle biológico, e o uso de novas substâncias, oriundas de produtos naturais, como os extratos vegetais e óleos essenciais obtidos de plantas, entre outros, vem se mostrando como alternativas viáveis a integrarem uma solução para o problema (STANGARLIN et al., 1999; SCHWAN-ESTRADA; STANGARLIN, 2005; CARNELOSSI et al., 2009).

Walter (2003), em sua análise, enfatiza que atualmente tecnologias que demandam quantidades menores de princípios ativos mais precisos, e componentes que não persistem no meio ambiente tem motivado uma maior mobilização na pesquisa por novos métodos de controle, novos princípios ativos obtidos de compostos naturais da vasta gama de espécies vegetais e que possam somar ao manejo integrado.

Com o surgimento do manejo integrado, a busca por métodos disponíveis para a manutenção das populações de organismos em níveis que não causem prejuízos econômicos nem efeitos colaterais nocivos ao meio ambiente, faz crescer a demanda por estudos de novos compostos, novas moléculas que possam servir de matéria prima para a criação de novos

defensivos naturais ou que possam fazer parte de seus componentes (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 2011).

Por serem de fácil decomposição os produtos naturais originários de plantas são considerados como menos problemáticos. No entanto, maiores estudos são necessários para que se possam compreender seus mecanismos de ação, uma vez que, somente a identificação de substâncias ativas não é suficiente para que tão logo sejam usadas, sendo necessários mais estudos para que se comprovem suas propriedades desejáveis e indesejáveis (SAITO; LUCCHINI, 1998).

### **Produtos naturais do metabolismo secundário das plantas**

Durante o processo de evolução desenvolveram outras estratégias como forma de se proteger, lançando mão dentre outros mecanismo, de verdadeiras barreiras químicas, compostas por substâncias oriundas do metabolismo secundário, após o contato de invasores com seus tecidos. Essa estratégia de defesa é conhecida por quimismo (BRAGA; DIETRICH, 1987; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Todos os seres vivos realizam atividades metabólicas. Os vegetais, no entanto, são capazes de produzir uma vasta quantidade de compostos orgânicos. Alguns deles como os aminoácidos, ácidos lipídicos e fitoesteróis, são encontrados em todas as plantas e participam de rotas metabólicas que são essenciais à manutenção da vida, essas substâncias são conhecidas como metabólitos primários. Existem no entanto, substâncias que não participam diretamente do crescimento e manutenção dos vegetais, não estando presente na grande maioria deles, essas substâncias são tradicionalmente atribuídas ao metabolismo secundário e tem sua função na interação da planta com o ambiente (CROTEAU et al., 2000).

Das mudanças causadas pela evolução nas rotas primárias do metabolismo, aquelas que não eram tóxicas aos seus produtores nem geravam altos custos energéticos para sua confecção, eram transmitidas às gerações futuras. Essas substâncias denominadas de metabólitos secundários têm suas origens nas vias dos ácidos chiquímico, mevalônico e de aminoácidos aromáticos dando origem respectivamente a três grandes grupos: compostos fenólicos, terpenos e compostos nitrogenados. (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Dentre os produtos do metabolismo secundário estão os óleos essenciais que são produtos naturais de plantas compostos por misturas de substâncias voláteis, principalmente monoterpenos e fenilpropanóides, com propriedades biológicas, obtidos de partes das plantas

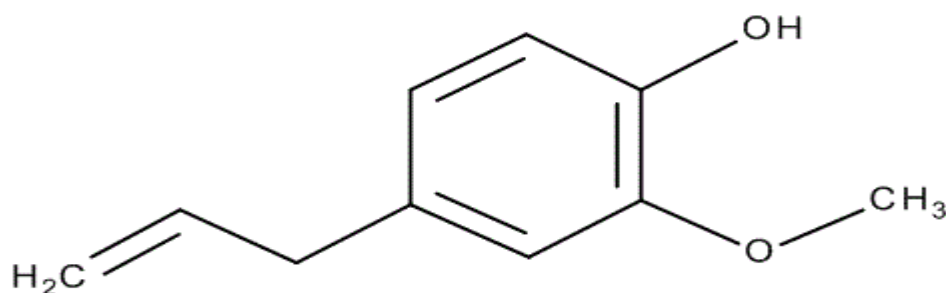
através de destilação por arrastes a vapor de água, destilação ou por solventes (MORAIS et al. 2009; BASER; BUCHBAUER, 2012).

Segundo De La Rosa et al. (2010), os terpenos formam o maior grupo componente dos óleos essenciais, sendo constituídos a partir dos isoprenóides oriundos da via do mevalonato, assim como os compostos fenólicos (fenilpropanóides) que derivam tanto do ácido mevalônico como do chiquímico, ambos possuem funções nas defesas dos vegetais.

Os fenilpropanóides são compostos por esqueletos carbônicos ligados a um anel aromático, que por sua vez liga-se a uma cadeia com três carbonos. Estes tem sua origem na via do ácido chiquímico que da origem à fenilalanina, ao ácido cinâmico e por fim aos compostos fenólicos como o eugenol (CROTEAU et al., 2000; TAIZ; ZEIGER, 2004; BASER; BUCHBAUER, 2012).

O eugenol (figura 1) está presente no óleo essencial obtido principalmente a partir das folhas da árvore da canela-da-índia (*Cinnamomum zeylanicum* Blume J. Presl.), cujo potencial fungicida já é bem conhecido na literatura. É na maioria das vezes o constituinte majoritário do óleo extraído das folhas da canela, sendo o principal responsável por suas propriedades biológicas (KOKETSU et al., 1997; LIMA et al., 2001; RANASINGHE et al., 2002).

**Figura 1-** Estrutura molecular do eugenol.



### **Ação dos óleos essenciais no controle de fitopatógenos**

Atualmente, uma das alternativas pesquisadas, envolve o uso de óleos vegetais, buscando explorar suas propriedades fungitóxicas ou indutoras de resistência. Relatos têm

mostrado a eficiência desses óleos obtidos de uma gama enorme de espécies botânicas, promovendo a inibição do desenvolvimento de vários fitopatógenos de natureza fúngica (BONALDO et al., 2007; DIAS-ARIEIRA et al., 2010).

Em recente revisão sobre o tema, Ootani et al. (2013) aponta para o grande potencial dos óleos essenciais como alternativa ao controle de agentes fitopatogênicos, pragas e plantas infestantes visto que o uso excessivo de agrotóxicos no campo vem cada vez mais sendo associado a danos ambientais e à saúde humana. A tendência está na procura de plantas que possam oferecer novas moléculas com comprovado efeito antimicrobiano e de baixo poder residual.

A literatura dos últimos anos demonstra o grande potencial na aplicação dos óleos essenciais das mais diversas origens (GADELHA et al., 2003; SALGADO et al., 2003; MEDICE et al., 2007) contra uma ampla gama de patógenos (BANKOLE; JODA, 2003; ZANANDREA et al., 2004; BONALDO et al., 2007; LOBATO et al., 2007) tanto em ensaios realizados *in vitro* quanto *in vivo* em condições de casa de vegetação e pós-colheita, demonstrando o grande potencial do uso de óleos essenciais no controle de fitopatógenos.

Segundo Hulin et al. (1998), as propriedades antimicrobianas dos óleos essenciais obtidos de diferentes espécies de plantas tem sido, desde muito tempo, conhecidas e utilizadas por possuírem um amplo espectro de ação, tais como na inibição do alongamento micelial, esporulação, germinação de esporos dos fungos, assim como na multiplicação e síntese de toxinas em bactérias, sendo assim, considerados ótimos conservantes naturais dos alimentos, desse modo tais características são atribuídas, principalmente, a sua natureza volátil.

O efeito do óleo essencial e do extrato bruto da planta medicinal mil folhas (*Achillea millefolium* L) foi testado como alternativa aos fungicidas convencionais por Carlos et al. (2010) sobre o crescimento micelial, esporulação e na germinação de conídios de *C. cassicola* *in vitro*, obtendo resultados positivos para o uso do óleo essencial para os parâmetros analisados, principalmente na esporulação do patógeno.

Costa et al. (2011) avaliaram a ação do óleo essencial de cravo-da-india (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M.Perry), cujo componente majoritário encontrado foi o Eugenol, sobre o crescimento micelial *in vitro* dos fungos fitopatogênicos *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* Schlecht. e *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Gold., e observaram que o óleo essencial apresentou atividade antifúngica em *R. solani*, *F. solani*, *F. oxysporum*, observando também diversas alterações morfológicas em suas estruturas.

O efeito dos óleos essenciais de capim-limão (*Cymbopogon citratus* [DC] Stapf.), palmarosa (*Cymbopogon Martini* [Roxb.] Wats.), citronela (*Cymbopogon nardus* [L.]

Rendle), cravo (*Syzigium aromaticum*), canela, menta (*Mentha pipertita* L.), lavanda (*Lavandula hybrida* L.), tangerina (*Citrus nobilis* Blanco var. *tangerinae*), melaleuca (*Melaleuca alternifolia* L.), alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) e laranja doce (*Citrus sinensis* Macfad. var. *dulcis*) no controle do mofo cinzento do morangueiro causado pelo fungo *Botrytis cinerea* (De Bary) Whetzel foi investigado por Lorenzetti et al. (2011). Os autores observaram os melhores efeitos sobre o crescimento micelial e a germinação de esporos com os óleos de capim limão, palmarosa, canela e menta para todos os testes realizados, além de todos os óleos terem demonstrado efeito semelhante a um fungicida recomendado para a cultura, demonstrando que os óleos essenciais se apresentaram como uma opção promissora no manejo da doença.

Visando estudar uma alternativa ao uso abusivo de agrotóxicos, principalmente em pós-colheita, o potencial do uso dos óleos essenciais obtidos de quatro espécies de plantas medicinais, o capim limão, eucalypto (*Eucalyptus citriodora* L.), menta (*Mentha arvensise* L.) e o estragão (*Artemisia dracunculus* L.) também foi testado por Carnelosse et al. (2009), que obtiveram êxito na inibição do crescimento micelial e esporulação do fungo *Colletrotrichum gloeosporioides* Penz, agente causal da antracnose do mamão em pós-colheita.

Ainda em estudos com óleos essenciais, desta vez realizado sobre a atividade *in vitro* e *in vivo* de vários produtos naturais, dentre os quais os óleos essenciais de eucalypto (*Corymbia citriodora* L.), palmarosa (*Cymbopogon martini*), cravo-da-india, limão (*Citrus limonum* L.), citronela e mil folhas, no controle da ferrugem das folhas do capim-limão (*C. citratus* [DC.] Stapf), Lorenzetti et al. (2012) encontraram resultados promissores tanto no controle *in vivo* do fungo causador de ferrugem (*Puccinia nakanishikii* Dietel), quanto na redução da severidade dessa doença em plantas de capim-limão.

Morais (2009) ressalta o potencial do uso dos óleos essenciais no controle de doenças de plantas uma vez que muitas vezes são substâncias de fácil obtenção, baixo custo e toxidez residual. No entanto, faz ressalvas quanto à necessidade de maior padronização entre os métodos de pesquisa, na identificação dos componentes majoritários e condições de obtenção desses compostos, além da necessidade de realização de mais ensaios em condições ecológicas, pois ainda são poucos em relação aos ensaios *in vivo*.

No Maranhão assim, como no resto do país, o agricultor familiar faz uso de forma inapropriada de grandes quantidades de agrotóxicos no controle de pragas e doenças. Essas práticas vêm ocasionando impactos tanto sociais quanto ecológicos em todo o Estado, sendo necessário então reverter este panorama. Devido aos danos à saúde, causados pelo uso

indiscriminado de agrotóxicos e ao impacto ocasionado ao meio ambiente, é crescente o interesse por alternativas viáveis e eficientes no controle de fitopatógenos.



## REFERÊNCIAS

- ABAD, M. J.; ANSUATEGU, M.; BERMEJO, P. Active antifungal substances from natural sources. **Archivoc**, v. VII, p. 116-145, 2007. Disponível em: <<http://www.arkat-usa.org/get-file/18667/>>. Acesso em: 02 mar. 2014.
- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory Mycology**. New York: 1996. 880 p.
- ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. F. V.; HENNING, A. A. Doenças da soja. In: KIMATI, H. A., L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Ed.). **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, 2005. p.569-588.
- BANKOLE, S. A.; JODA, A. O. Effect of lemon grass (*Cymbopogon citratus Stapf*) powder and essential oil on mould deterioration and aflatoxin contamination of melon seeds (*Colocynthis citrullus L.*) **African Journal of Biotechnology**, v. 3, p. 52-59, 2003. Disponível em: <<http://www.ajol.info/index.php/ajb/article/viewFile/14915/58827>>. Acesso em: 03 mar. 2014.
- BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. **Handbook of essential oils: Science, Technology, and Applications**. Boca Raton: CRS Press, 2012. 994p.
- BERGAMIN FILHO, A. B.; AMORIM, L. Manejo integrado de doenças. In: L. AMORIM, J.A. M. REZENDE E A. BERGAMIM (Eds.). **Manual de fitopatologia: Princípios e Conceitos**. Piracicaba: Ceres, v.1, 2011. p.409-419.
- 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, p. 383-387, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-54052007000400011&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-54052007000400011&nrm=iso)>. Acesso em: 16 fev. de 2014.
- BRAGA, M. R.; DIETRICH, S. M. C. Defesas químicas de plantas: fitoalexinas. **Acta Botanica Brasilica**, v. 1, p. 3-16, 1987. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-33061987000100002&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33061987000100002&nrm=iso)>. Acesso em: 13 fev. 2014.
- CARLOS, M. M.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; ITAKO, A. T.; BONALDO, S. M.; MESQUINI, R. M.; CARVALHO, J. B.; STANGARLIN, J. R. Efeito de extrato bruto e óleo essencial de *Achillea millefolium* em desenvolvimento *in vitro* de *Corynespora cassiicola* e proteção de pepino à mancha de corinespora. **Revista Arquivos do Instituto Biológico**, v.

77, p. 309-316, 2010. Disponível em:  
<[http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v77\\_2/carlos.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v77_2/carlos.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2014.

CARNELOSSI, P. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S.; ITAKO, A. T.; MESQUINI, R. M. Óleos essenciais no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, p. 399-406, 2009. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-05722009000400007&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722009000400007&nrm=iso)>. Acesso em: 13 fev. 2014.

COSTA, A. R. T.; AMARAL, M. F. Z. J.; MARTINS, P. M.; PAULA, J. A. M.; FIUZA, T. S.; TRESVENZOL, L. M. F.; PAULA, J. R.; BARA, M. T. F. Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 240-245, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-05722011000200018&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722011000200018&nrm=iso)>. Acesso em: 13 fev. 2014.

CROTEAU, R.; KUTCHAN, T. M.; LEWIS, N. G. Natural products (secondary metabolites). In: BUCHANAM, B. G., W AND JONES, R. (Ed.). **Biochemistry & molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000, p. 1286-1292.

CUTRIM, F. A.; SILVA, G. S. Patogenicidade de *Corynespora cassiicola* a diferentes espécies de plantas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 193-194, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-41582003000200014&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582003000200014&nrm=iso)>. Acesso em: 04 mar. 2014.

DE LA ROSA, L. A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZ-AGUILAR, G. A. **Fruit and vegetable phytochemicals : chemistry, nutritional value and stability**. Wiley-Blackwell. Iowa:Wiley, 2010. 384 p. Disponível em:  
<<http://pt.scribd.com/doc/27610163/Fruit-and-Vegetable-Phytochemicals-Chemistry-Nutritional-Value-And-Stability>>>. Acesso em: 03 mar. 2014.

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, p. 228-232, 2010. Disponível em:  
<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-54052010000300007&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-54052010000300007&nrm=iso)>. Acesso em: 16 fev. 2014.

DUARTE, M. L. R.; ASANO, S.; ALBUQUERQUE, F. C. Estudos comparativos das características morfológicas e fisiológicas de dois isolamentos de *Corynespora cassiicola*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 8, p. 205-214, 1983. Disponível em:  
<<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/busca?b=ad&id=379481&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22ASANO,+S.%22&qFacets=autoria:%22ASANO,+S.%22&sort=autoria-sort&paginaAtual=1>>. Acesso em: 04 mar. 2014.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICS. 2012. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 03/03/2014.

FARR, D. F.; ROSSMAN, A. Y. **Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory**. 2006. Disponível em: <<http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases>>. Acesso em: 05 ma. 2014.

GADELHA, J. C.; INNECCO, R.; ALCANFOR, D. C.; MATTOS, S. H.; MEDEIROS FILHO, S.; VIEIRA, A. V. Defensivos naturais no tratamento pós-colheita do pedúnculo de melão. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n.1 , p. 5-10, 2003. Disponível em: <[http://hortibrasil.org.br/jnw/index.php?option=com\\_content&view=article&id=488:defensivos-naturais-no-tratamento-pos-colheita-do-pedunculo-de-melao&catid=55:artigos-cientificos&Itemid=109](http://hortibrasil.org.br/jnw/index.php?option=com_content&view=article&id=488:defensivos-naturais-no-tratamento-pos-colheita-do-pedunculo-de-melao&catid=55:artigos-cientificos&Itemid=109)>. Acesso em: 03 mar. 2014.

GHINI, R.; BETTIOL, W. Proteção de plantas na agricultura sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 17, p. 61-70, 2000. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8862>>. Acesso em: 02 mar. 2014.

HOLIDAY, P. Fungus diseases of tropical crops. **Australasian Plant Pathology**, v. 9, n. 4, p. 120-120, 1980/12/01 1980. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/BF03213662>>. Acesso em: 24 fev. 2014.

HULIN, V.; MATHOT, A.-G.; MAFART, P.; DUFOSSÉ, L. Les propriétés antimicrobiennes des huiles essentielles et composés d'arômes = Antimicrobial properties of essential oils and flavour compounds. **Sciences des aliments**, v. 18, p. 563-582, 1998. Disponível em: <[http://www.labo-resala.com/fiches/fiches\\_huiles\\_essentielles.pdf](http://www.labo-resala.com/fiches/fiches_huiles_essentielles.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2014.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal: Tabelas completas. Lavouras permanentes 2012. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2011/default\\_zip\\_perm\\_xls.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2011/default_zip_perm_xls.shtm)>. Acesso em: 03 mar. 2014.

KIRK, P.M. Index Fungorum. 2014. Disponível em: <http://www.speciesfungorum.org/Names/GSDSpecies.asp?RecordID=296024>. Acesso em: 03 mar. 2014.

KOGAN, M.; BAJWA, W. I. Integrated pest management: a global reality? **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 1, 1999.p. 1-25. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0301-80591999000100001>>. Acesso em: 03 mar. 2014.

KOKETSU, M.; GONÇALVES, S. L.; GODOY, R. L. D. O.; LOPES, D.; MORSBACH, N. Óleos essenciais de cascas e folhas de canela (*Cinnamomum verum* Presl) cultivada no Paraná. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 17, p. 281-285. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20611997000300017&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611997000300017&nrm=iso)>. Acesso em: 29 abr. 2014.

LEROY, M.; LOURD, M. Doença foliar do tomateiro causada por *Corynespora cassiicola* em Manaus. **Fitopatologia Brasileira**, v. 14, p. 32-36, 1989. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000049&pid=S0100-5405200700030001600004&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000049&pid=S0100-5405200700030001600004&lng=en)>. Acesso em: 04 mar. 2014.

LIBERATO, J. R.; MCTAGGART, A. R. *Corynespora* Brown Spot of Papaya (*Corynespora cassiicola*). 2006. Disponível em: <<http://www.padil.gov.au/pests-and-diseases/Pest/Main/136590#>>. Acesso em: 03 mar. 2014.

LIMA, R. C. A.; LIMA, J. A. A.; SOUZA JR., M. T.; PIO-RIBEIRO, G.; ANDRADE, G. P. Etiologia e estratégias de controle de viroses do mamoeiro no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 26,n.4 , p. 689-702, 2001.. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-41582001000400001&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582001000400001&nrm=iso)>. Acesso em: 13 fev. 2014.

LOBATO, A. K. D. S.; SANTOS, D. G. C.; OLIVEIRA, F. C.; GOUVEA, D. D. S.; TORRES, G. I. O. D. S.; LIMA JÚNIOR, J. A.; OLIVEIRA NETO, C. F.; SILVA, M. H. L. Ação do Óleo Essencial de Piper aduncum L. Utilizado como Fungicida Natural no Tratamento de Sementes de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. . **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 915-917, 2007. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/750/626>>. Acesso em: 03 mar. 2014.

LORENZETTI, E. R.; CONCEIÇÃO, D. M.; SACRAMENTO, L. V. S.; FURTADO, E. L. Controle da ferrugem das folhas do capim-limão [*Cymbopogon citratus* (DC: ) Stapf] com produtos naturais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, p. 571-578, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-05722012000400001&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722012000400001&nrm=iso)>. Acesso em: 18 mar. 2014.

LORENZETTI, E. R.; MONTEIRO, F. P.; SOUZA, P. E.; SOUZA, R. J.; SCALICE, H. K.; DIOGO JR, R.; PIRES, M. S. O. Bioatividade de óleos essenciais no controle de *Botrytis cinerea* isolado de morangueiro. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 619-627, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-05722011000500019&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722011000500019&nrm=iso)>. Acesso em: 18 mar. 2014.

MARTINS, M. V. V.; LIMA, J. S.; LIMA, F. A.; VIANA, F. M. P. **Monitoramento, Sanitização e Controle Químico no Manejo da Mancha-de-Corynespora do Mamoeiro**. Brasília: EMBRAPA, 2012. 22 p.

MEDICE, R.; ALVES, E.; ASSIS, R. T. D.; MAGNO JÚNIOR, R. G.; LOPES, E. A. D. G. L. Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P.

Syd. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 83-90, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542007000100013&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542007000100013&nrm=iso)>. Acesso em: 13 fev. 2014.

MING, R.; YU, Q.; BLAS, A.; CHEN, C.; NA, J.-K.; MOORE, P. Genomics of Papaya a Common Source of Vitamins in the Tropics. In: MOORE, P. e MING, R. (Ed.). **Genomics of Tropical Crop Plants**. New York: Springer, v.1, 2008. cap. 16, p.405-420.

MORAIS, L. A. S. Óleos essenciais no controle fitossanitário. In: BETTIOL, W. (Ed.). **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna: EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 2009. p.341.

NGHIA, N.; KADIR, J.; SUNDERASAN, E.; PUAD ABDULLAH, M.; MALIK, A.; NAPIS, S. Morphological and Inter Simple Sequence Repeat (ISSR) Markers Analyses of *Corynespora cassiicola* Isolates from Rubber Plantations in Malaysia. **Mycopathologia**, v. 166, n. 4, p. 189-201, 2008/10/01 2008.. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11046-008-9138-8>>. Acesso em: 12 fev. 2014

OLIVEIRA, A. A. R.; SANTOS FILHO, H. P. *mancha de corynespora*. Cruz das Almas: EMBRAPA, 2006. 2 p.

OLIVEIRA, R. R.; VIDA, J. B.; TESSMANN, D. J.; AGUIAR, B. D. M.; CAIXETA, M. P.; BARBOZA, A. L. Patogenicidade de isolados de *Corynespora cassiicola* a diferentes espécies de plantas. **Summa Phytopathologica**, v. 33, p. 297-299, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-54052007000300016&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-54052007000300016&nrm=iso)>. Acesso em: 13 fev. 2014.

OOTANI, M. A.; AGUIAR, R. W.; RAMOS, A. C. C.; BRITO, D. R.; SILVA, JESSICA BATISTA; CAJAZEIRAS, J. P. Utilização de óleos essenciais na Agricultura. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 4, p. 162-174, 2013.

PAZ, D.S. Ação Inibitória de Extratos Vegetais, Óleos de Nim, Produtos, Abióticos e *Bacillus* sobre *Corynespora cassiicola*, Agente da Mancha-Alvo do Mamoeiro. 2010. 63p. **Dissertação (Mestrado em Agroecologia)**– Programa de Pós Graduação em Agroecologia. São Luis..

QI, Y.-X.; ZHANG, X.; PU, J.-J.; LIU, X.-M.; LU, Y.; ZHANG, H.; ZHANG, H.-Q.; LV, Y.-C.; XIE, Y.-X. Morphological and molecular analysis of genetic variability within isolates of *Corynespora cassiicola* from different hosts. **European Journal of Plant Pathology**, v. 130, n. 1, p. 83-95, 2011/05/01 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10658-010-9734-6>>. Acesso em: 01 fev. 2014.

RANASINGHE, L.; JAYAWARDENA, B.; ABEYWICKRAMA, K. Fungicidal activity of essential oils of *Cinnamomum zeylanicum* (L.) and *Syzygium aromaticum* (L.) Merr et

L.M.Perry against crown rot and anthracnose pathogens isolated from banana. **Letters in Applied Microbiology**, v. 35, n. 3, p. 208-211, 2002. Disponível em:  
<<http://dx.doi.org/10.1046/j.1472-765X.2002.01165.x>>. Acesso em: 19 mar. 2014.

SAITO, M. L.; LUCHINI, F. Substâncias obtidas de plantas e a procura por praguicidas eficientes e seguros ao meio ambiente. Jaguariuna: EMBRAPA/CNPMA, 1998. 46p. Disponível em:  
<[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Saito\\_SubstanciasObtidasPlantasProcura\\_000fdrbfar702wx5eo0a2ndxylbfy537.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Saito_SubstanciasObtidasPlantasProcura_000fdrbfar702wx5eo0a2ndxylbfy537.pdf)>. Acesso em: 13 jan. 2014.

SALGADO, A. P. S. P.; CARDOSO, M. D. G.; SOUZA, P. E. D.; SOUZA, J. A. D.; ABREU, C. M. P.; PINTO, J. E. B. P. Avaliação da atividade fungitóxica de óleos essenciais de folhas de Eucalyptus sobre *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* e *Bipolaris sorokiniana*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 249-254, 2003. Disponível em:  
<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542003000200001&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542003000200001&nrm=iso)>. Acesso em: 03 mar. 2014.

SCHOCH, C. L.; CROUS, P. W.; GROENEWALD, J. Z.; BOEHM, E. W. A.; BURGESS, T. I.; GRUYTER, J.; HOOG, G. S.; DIXON, L. J.; GRUBE, M.; GUEIDAN, C.; HARADA, Y.; HATAKEYAMA, S.; HIRAYAMA, K.; HOSOYA, T.; HUHNDORF, S. M.; HYDE, K. D. K.; JONES, E. B. G. L.; KOHLMAYER, J.; KRUYSS, Å.; LI, Y. M.; LÜCKING, R.; LUMBSCH, H. T.; MARVANOVÁ, L.; MBATCHOU, J. S.; MCVAY, A. H.; MILLER, A. N.; ZHANG, Y.; SPATAFORA, J. W. A. class-wide phylogenetic assessment of Dothideomycetes. **Studies in Mycology**, v. 64, p. 1-15, 2009. Disponível em:  
<[http://www.cbs.knaw.nl/publications/Sim64/06\\_%20A%20classwide%20phylogenetic%20assessment%20of%20Dothideomycetes.pdf](http://www.cbs.knaw.nl/publications/Sim64/06_%20A%20classwide%20phylogenetic%20assessment%20of%20Dothideomycetes.pdf)>. Acesso em: 05 mar. 2014.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R. Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais na indução de resistência. . In: CAVALCANTI, L. S. E. A. (Ed.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. . Piracicaba: FEALQ, 2005. p.125-32.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F. O cultivo do mamoeiro no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 0-0, 2010. Disponível em:  
<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452010000300001&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452010000300001&nrm=iso)>. Acesso em: 03 mar. 2014.

SILVA, G. S. **Guia Prático para identificação das principais doenças do mamoeiro no estado do maranhão**. São Luís: Editora UEMA, 2011. p. 19.

SILVA, G. S.; RODRIGUES, A. A. C.; JUNIOR, A. C. S. Mancha de *Corynespora* em acerola (*Malpighia glabra*). **Fitopatologia Brasileira**, v. 22, p. 452, 29/05/97 1997.

STANGARLIN, J. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S.; NOZAKI, M. H. Plantas medicinais e controle alternativo de fitopatógenos. **Biotecnologia Ciência &**

**Desenvolvimento**, v. 2, p. 16-21, 1999. Disponível em:  
<<http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio11/plantas.pdf>>. Acesso em: 30 de abr de 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Rio de Janeiro: Artmed, 2004. p. 687.

TERAMOTO, A.; PARISI, M. C. M.; CUNHA, M. G. Caracterização fisiológica de isolados de *Corynespora cassiicola*. **Tropical Plant Pathology**, v. 38, p. 313-322, 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1982-56762013000400005&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-56762013000400005&nrm=iso)>. Acesso em: 20 fev. 2014.

VENTURA; COSTA, H.; TATAGIBA, J. Papaya Diseases and Integrated Control. In: NAQVI, S. A. M. H. (Ed.). **Diseases of Fruits and Vegetables Volume II**. Netherland: Springer, 2004. cap. 7, p.201-268.

VERZIGNASSI, J. R.; VIDA, J. B.; TESSMANN, D. J. Epidemias de mancha de corinespora em pepino "tipo Japonês" sob cultivo protegido na região norte do Estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 570-570, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-41582003000500023&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582003000500023&nrm=iso)>. Acesso em: 04 mar. 2014.

WALTER, G. H. Historical trends in pest management. In: WALTER, G. H. (Ed.). **Insect pest management ecological reseach**. New York: University Cambridge Press, 2003. p.44-71.

YORINORI, J. T.; HOMECHIN, M. Doenças de soja identificadas no Estado do Paraná no período de 1971 a 1976. **Fitopatologia Brasileira**, v. 2, p. 108, 1977. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000056&pid=S0100-5405200700030001600011&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000056&pid=S0100-5405200700030001600011&lng=en)>. Acesso em: 04 mar. 2014.

ZANANDREA, I.; JULIANO, D. S.; ANDRÉA, B. M.; JULIANE, L.; VERIDIANA, K. B. Atividade do óleo essencial de orégano contra fungos patogênicos do arroz: crescimentos micelial em placas. **Sociedade Brasileira de Farmacognosia**, v. 14, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-695X2004000300006>>. Acesso em: 16 fev. 2014.



## **CAPITULO II**

**Efeito do óleo essencial de Canela-da-Índia (*Cinnamomum zeylanicum*) a mancha-alvo do mamoeiro.**



**Efeito do óleo essencial de canela-da-índia (*Cinnamomum zeylanicum*) no controle da mancha-alvo do mamoeiro.**

**BITU, P.I.M.<sup>1,2\*</sup>; RODRIGUES, A.A.C<sup>1,2</sup>.**

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, <sup>2</sup>Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) Caixa postal 09 CEP: 65054-970, São Luís- Maranhão - Brasil.  
\*menezesbitu@hotmail.com

**RESUMO:** O presente trabalho avaliou o efeito *in vitro* do óleo essencial obtido de folhas da Canela-da-Índia com possível ação fungicida, no crescimento micelial e esporulação de *Corynespora cassicola*, a eficácia desse óleo como alternativa no controle *in vivo* da mancha-alvo em mudas do mamoeiro em condições de casa de vegetação, assim como seus efeitos em condições de pós-colheita nos controles preventivo e curativo da doença em frutos do mamão. No experimento *in vitro*, utilizou-se a concentração de 1 µL/mL em meio de cultura, e *in vivo*, foram utilizadas as concentrações de 0, 0,5, 1,0, 2,0, e 4 µL/mL, além do controle com fungicida e testemunha com água destilada. Constatou-se que o óleo na concentração utilizada *in vitro* foi capaz de inibir totalmente o crescimento micelial e a esporulação do *C. cassicola*. A concentração 2 µL/mL promoveu redução da severidade da doença em plantas de mamão. Os resultados em pós-colheita demonstraram que o tratamento preventivo foi mais eficiente que o tratamento curativo. Estes resultados são indicativos do potencial do uso do óleo essencial de canela-da-índia como alternativa no manejo da mancha alvo do mamoeiro.

**Palavras-chave:** *Caryca papaya*; *Corynespora cassicola*; óleos essenciais; controle alternativo.

**ABSTRACT: Effect of essential oil of cinnamon-of-india (*Cinnamomum zeylanicum*) on the control of brown spot of papaya.** This study evaluated the *in vitro* effect of the use of the essential oil obtained from leaves of the Cinnamon with possible action fungicide on mycelial growth and sporulation of *Corynepora cassicola*, the effectiveness of this oil as an alternative to *in vivo* control of brown spot on the papaya plant in greenhouse conditions, as well as its effects on postharvest conditions in preventative and curative disease control in papaya fruit. *In vitro*, we used the concentration of 1  $\mu\text{L}/\text{mL}$  in potato dextrose agar medium and *in vivo* concentrations of 0, 0.5, 1.0, 2.0 and 4  $\mu\text{L}/\text{mL}$  were used, plus control with fungicide and control with distilled water. It was found that at a concentration *used in vitro* was able to completely inhibit the mycelial growth and sporulation of *C. cassicola*. The concentration 2  $\mu\text{L}/\text{mL}$  promoted partial control of the disease in papaya plants. The results demonstrated that post-harvest preventive treatment was more effective than curative treatment. These results are indicative of cinnamon oil as an alternative in the management of brown spot of papaya plant.

**Keywords:** *Caryca papaya*; *Corynespora cassicola*; essential oils; alternative control.

## INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), dentre as fruteiras, é uma das que mais se destaca devido a sua grande produção e distribuição em todas as regiões de clima tropical. Segundo dados oficiais, em 2012, a produção mundial girou em torno de 12,4 milhões de toneladas, com o Brasil figurando como segundo maior produtores mundiais da fruta tendo sido responsável por 13 % da produção (FAO, 2012).

O mamoeiro, neste mesmo ano dentre as principais lavouras permanentes do país, destacou-se alcançando um volume de produção de quase 1,5 milhões de toneladas em uma área plantada de 31.310 ha. O Nordeste configura-se como a maior produtora da fruta, responsável por 60 % do total da produção no país. O Maranhão encontra-se na oitava colocação em relação ao nordeste com um total de 1.518 toneladas produzidas, em uma área total de 93 ha e rendimento médio de 16.323 kg/ha (IBGE, 2012). Fatores como baixo nível de tecnificação e clima favorável ao surgimento de doenças contribuem para os baixos índices de produção do estado para a cultura do mamão.

Doenças do mamão se destacam economicamente, pois sua presença pode causar severas perdas econômicas na produção, venda e exportação de frutas frescas, que podem chegar a 100 % em alguns casos. Dentre as principais doenças do mamoeiro destacam-se as viroses como o Mosaico e a Meleira; nematoses (*Meloidogyne incongnita*) e doenças fúngicas, como Mancha de *Alternaria* (*Alternaria alternatae* [Fr.] Keissl), Antracnose (*Colletotrichum gloesporioides* Penz), Varíola (*Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl.) Podridões (*Phytophthora palmivora* Butler) e a mancha-alvo (*Corynespora cassiicola* [Berk. & M. A; Curtis] C.T.Wei), todas de ampla ocorrência na grande maioria das áreas produtoras de mamão, inclusive no Brasil. No Maranhão por reunir as condições ideais de clima e umidade para o seu desenvolvimento, a doença mancha-alvo tem se apresentado com frequência (Silva 2011; Porter et al., 2014).

A doença é conhecida como mancha-alvo ou mancha de *Corynespora* e caracteriza-se pelo aparecimento de lesões que no início são muito pequenas e posteriormente se espalham podendo atingir folhas, haste e frutos. Centenas de lesões podem ocorrer em uma única folha levando à sua queda prematura. Tais

lesões são de cor amarelo-pálido, arredondadas a irregulares, variando de 1 a 2 mm de diâmetro, podendo chegar até 10 mm e, em alguns casos, o centro da lesão pode rachar. Nos frutos, as lesões são pequenas e arredondadas, com cerca 1 mm, podendo crescer rapidamente atingindo a polpa. Temperaturas entre 20 e 24°C e alta umidade relativa favorecem a infecções pelo patógeno, que é disseminado pelo vento (Ventura et al. 2004; Liberato & McTaggart, 2006).

O controle da doença é atualmente realizado com uso de fungicidas dos grupos Ditiocarbamatos, Fitalonitrilas, Oxicloreto de Cobre, Cloratolonil ou Tebuconazole, empregados para controle de outras doenças fúngicas do mamoeiro e no controle da mancha alvo (Oliveira & Filho, 2006).

Visando uma alternativa ao uso exclusivo de produtos químicos, o potencial dos óleos essenciais com ação antifúngica vem sendo amplamente investigado. Costa et al. (2011) estudaram a utilização do óleo essencial de cravo-da-india (*Syzygium aromaticum* [L.] Merr. & L.M.Perry), cujo componente majoritário encontrado foi o Eugenol, sobre o crescimento micelial dos fungos fitopatogênicos *Rhizoctonia solani* Kun, *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *Fusarium oxysporum* Schlecht. e *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, tendo observado que o óleo essencial apresentou atividade antifúngica sobre o crescimento de *R. solani*, *F. solani* e *F. oxysporum*.

Na avaliação das propriedades antifúngicas de óleos essenciais *in vitro* por adição ao meio de crescimento de fungos patogênicos de cinco patógenos (*Lasiodiplodia thebromae* (Patouillard) Griffon & Maublanc, *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.), *Alternaria citrii* (Penz.) Mussat., *Botrytis cinerea* (De Bary) Whetzel e *Penicillium digitatum* [Pers.] Sacc.), dos quais o óleo de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume J. Presl), cujo componente majoritário é o

eugenol, apresentou bom potencial fungicida em relação aos fungos testados (Combrinck et al. 2011).

Carlos et al. (2010), testou com sucesso o óleo essencial e o extrato bruto da planta medicinal mil folhas (*Achillea millefolium* L.) sobre o a inibição do crescimento micelial, esporulação e germinação de conídios de *C. cassiicola in vitro*.

Em frutos de mamão, Carnellosi et al. (2009), avaliaram, *in vitro* e *in vivo*, o controle da mesma doença em frutos do mamão, com os óleos essenciais das folhas de capim limão, eucalipto, menta e estragão (*Artemisia dracunculus* L.), confirmando o potencial antifúngico desses compostos.

Com o desenvolvimento de produtos naturais como alternativa ao uso de fungicidas sintéticos atualmente em foco, experimentos *in vitro* são precursores valiosos para posteriores ensaios *in vivo*, que permitam a identificação de óleos essenciais mais eficazes e para que se estabeleçam as concentrações necessárias para inibição específica ou de um conjunto de patógenos (Combrinck et al., 2011).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a bioatividade *in vitro* do óleo essencial de canela-da-índia frente ao fungo *C. cassiicola* e posterior realização de ensaios *in vivo* em condições de casa de vegetação e em pós-colheita de frutos, nos tratamentos curativo e preventivo visando o controle da mancha alvo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Localização do Experimento e Origem do Fitopatógeno**

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia e em Casa de Vegetação, da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Campus Paulo VI, São Luís. O isolado de *Corynespora cassiicola*, oriundo de mamoeiro, sob registro MGSS-092, foi obtido da Micoteca “Prof. Gilson Soares da Silva”/UEMA, conservado sob método Castellani.

### **Coleta de Material Vegetal e Extração**

O material vegetal para extração do óleo essencial foi obtido das folhas árvore da Canela-da-Índia, coletadas no Herbário Ático Seabra localizado na Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA. A exsicata sob o registro MG 165477 encontra-se no Herbário João Murça Pires do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA.

As extrações foram realizadas na Universidade Federal do Maranhão – UFMA. A metodologia de extração utilizada foi pelo processo de hidrodestilação, utilizando o aparelho de Clevenger modificado adotada pela Farmacopéia Brasileira. O tempo de extração foi de aproximadamente três horas. A amostra do óleo essencial foi submetida à análise de cromatografia gasosa acoplada a espectrofotômetro (CC/EM) de massas, que indicou o eugenol como o componente majoritário do óleo essencial. Após a extração este foi acondicionado em ampola vedada com auxílio de um maçarico.

### **Efeito do Óleo Essencial de Canela-da-índia sobre o Crescimento Micelial e Esporulação de *C. cassicola***

O óleo essencial foi adicionado ao meio BDA (batata-dextrose-agar) fundente, resfriado até 45 °C sendo acrescentado na concentração de 1 µl/ml (baseado em pré-testes). Em seguida foram vertidos 20 ml em cada placa de Petri. Todas as placas foram inoculadas, no centro, com um disco de 5 mm de diâmetro, contendo micélios do fungo. As laterais das placas foram vedadas com filme plástico para evitar possível evaporação dos compostos e contaminação por outros microrganismos.

As placas ficaram incubadas camaras tipo BOD (Biochemical oxygen demand) à temperatura de 25 °C sob fotoperíodo de 12 horas. A avaliação do efeito

do óleo sobre o crescimento micelial foi realizada através de medições diárias do diâmetro das colônias em dois eixos ortogonais, iniciando 48 horas após a repicagem dos fungos, e perdurando por 10 dias.

As medidas foram calculadas pela percentagem de inibição do crescimento micelial (P.I.C.), segundo Bastos (1997), que é expressa por:

$$P. I. C = \frac{\text{crescimento testemunha} - \text{crescimento tratamento}}{\text{crescimento testemunha}} \times 100$$

A avaliação do índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM), também serviu de base aos resultados, calculando-se o IVCM conforme a formula descrita por Oliveira (1991), onde:  $IVCM = \sum (D - D_a) / N$ , em que D = Diâmetro médio atual,  $D_a$  = Diâmetro médio do dia anterior, e N = Número de dias após a inoculação.

A avaliação da esporulação foi realizada após 10 dias de incubação. Ao término da avaliação do efeito dos óleos essenciais sobre o crescimento micelial de *C. cassicola*, foi adicionado nas placas 10 mL de água destilada esterilizada e, com o auxílio de alça de Drigalski, procedeu-se a raspagem das colônias, para liberação dos conídios. Na sequência foi efetuada a contagem dos conídios, com auxílio da câmara de Neubauer.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, sendo três tratamentos, que consistiram no óleo essencial de Canela-da-Índia, com 10 repetições, mais o tratamento com fungicida comercial a base de Tebuconazole, denominado de tratamento relativo, e a testemunha absoluta apenas com o fungo cultivado em meio BDA sem óleo essencial (0 µL/mL). A placa de Petri representou a unidade experimental.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e submetidos ao teste de Kruskal-Wallis e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

### **Efeito do Óleo de Canela-da-Índia no controle de mancha-alvo causada por *C. cassicola* em plantas de Mamão**

A variedade usada neste ensaio foi a Sunrise Solo, que foi semeada em vasos de 5 L contendo solo e esterco curtido autoclavado, na proporção 3:1, mantendo-se três planta por vaso. A inoculação foi realizada 60 dias após a semeadura, pelo método de pulverização da suspensão de inóculo, mantendo as plantas em mini estufa por 48 horas. As plantas de mamão foram mantidas em casa de vegetação até o término da avaliação.

Para o preparo do inóculo, o isolado *Corynespora cassicola* foi transferido para placas de Petri contendo meio de cultura BDA mantidas em BOD, à temperatura de 25 °C sob fotoperíodo de 12 horas durante sete dias.

Após esse período, adicionou-se 20 mL de água destilada em cada placa com uma lâmina de vidro foi realizada a raspagem das colônias para liberação dos conídios e, em seguida, com o auxílio de câmara de Neubauer, a suspensão foi ajustada para  $1 \times 10^5$  conídios por mL<sup>-1</sup>.

Após três dias, percebido os primeiros sintomas da doença, efetuou-se a aplicação dos tratamentos, reproduzindo-se assim as condições de controle da doença em campo, seguindo um delineamento inteiramente casualizado, sendo cinco concentrações de óleo essencial (0 µL/mL, 0,5 µL/mL, 1,0 µL/mL, 2,0 µL/mL e 4,0 µL/mL), mais o tratamento com fungicida comercial à base de Tebuconazole, denominado de tratamento relativo, com seis repetições. A testemunha foi



constituída apenas da suspensão de esporos e água destilada estéril. O dimetilsulfóxido (DMSO) foi utilizado na concentração 1 % como forma de solubilizar o óleo na água para aplicação dos tratamentos, que se deu utilizando-se pulverizador manual de 1 litro até o ponto de escorrimento.

Os parâmetros foram a incidência (número de plantas doentes em cada tratamento) e severidade da doença (número de folhas total, percentual folhas com lesões e área total ocupada nas folhas) aos 7, 14, 21 e 28 dias após a inoculação. Por ter caráter destrutivo a análise da área das lesões só foi efetuada na última avaliação destacando-se quatro folhas do terço médio das plantas por vaso, que posteriormente foram escaneadas em escala de cinza e com resolução de 75 dpi (pixel/polegada). A aferição da área foliar foi realizada através do programa Imagem J, ajustando a distância em pixel para 29,52 pixel. O percentual de inibição do crescimento (P.I.C.) das lesões também foi calculado.

### **Efeito do Óleo de Canela-da-índia no Controle Preventivo e Curativo de Lesões Causadas por *C. cassiicola* em Frutos de Mamão em Pós-Colheita**

Os frutos sadios de mamão da cultivar Sunrise Solo utilizados foram adquiridos em estágio de maturação uma pinta, e sem presença de lesões. Inicialmente foram lavados em água de torneira, em seguida imersos em solução de hipoclorito de sódio 2 % (v/v) por 1 minuto, e novamente lavados três vezes em água destilada estéril. Após as etapas, permaneceram em temperatura ambiente até ficarem completamente secos.

Foi instalado um experimento seguindo um delineamento inteiramente casualizado, constituído de cinco concentrações (0 µL/mL, 0,5 µL/mL, 1,0 µL/mL, 2,0

$\mu\text{L/mL}$  e  $4,0 \mu\text{L/mL}$ ) do óleo essencial, com cinco repetições. A testemunha foi constituída do disco de micélio e água destilada estéril.

Para o tratamento curativo, foram efetuados orifícios com um furador de cinco pontas a uma profundidade de aproximadamente 2 mm na parte mediana dos frutos, onde foram colocados discos de 5 mm de diâmetro, contendo micélio do fungo. Os frutos foram acondicionados em recipientes plásticos, submetidos à câmara úmida por 24 horas. Decorrido esse período, os óleos foram aplicados nos frutos por aspersão, logo após retornaram à câmara úmida por 72 horas, em seguida a câmara úmida foi desfeita e os frutos permaneceram em recipientes plásticos por um período de seis dias após os tratamentos para reprodução dos sintomas. O tratamento preventivo segue os mesmos procedimentos. No entanto, os tratamentos foram aplicados 24 horas antes da inoculação do patógeno. O dimetilsulfóxido (DMSO) foi utilizado na concentração 1 % como forma de solubilizar o óleo na água para aplicação dos tratamentos, que se deu utilizando-se pulverizador manual de 1 litro até o ponto de escorrimento.

As avaliações procederam mediante a determinação da incidência (número de frutos infestados em cada tratamento) e da severidade da doença (diâmetro das lesões). O percentual de inibição do crescimento (P.I.C.) das lesões também foi calculado.

Em ambos os casos, casa de vegetação e pós-colheita, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 %.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Efeito do Óleo Essencial de Canela-da-Índia Sobre o Crescimento Micelial e a Produção de Conídios de *C. Cassiicola*

Os resultados obtidos demonstraram que tanto o óleo essencial de canela como o tratamento com o fungicida, afetaram o crescimento micelial do fungo *C. cassiicola* em relação à testemunha, que continuou crescendo normalmente ao longo dos 10 dias de avaliação, apresentando I.V.M.C. médio de 0,18 cm/dia.

O óleo essencial de canela foi eficiente, pois causou 100 % de inibição no crescimento micelial do fungo na concentração testada de 1 µL/mL. Ressalta-se que o óleo essencial causou o mesmo efeito de inibição que o fungicida, sendo ambos eficientes nas condições *in vitro* como pode ser visto na tabela 1.

**TABELA 1.** Avaliação *in vitro* do efeito do óleo essencial de canela-da-india, sobre o crescimento micelial (cm) e esporulação de *Corynespora cassiicola* no período de 10 dias. São Luís. 2014

Tratamentos	Dias após a incubação									P.I.C. (%)	I.V.C.M	Total de esporos
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
<b>Testemunha</b>	1,6b*	2,6b	3,2b	3,5b	4,0b	4,4b	4,7b	5,8b	6,1b	-	0,18	2,64 x 10 <sup>5</sup> b*
<b>Canela</b>	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	100	0,0	0,0 a
<b>Fungicida</b>	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	100	0,0	0.0 a

\*mediana dos valores. CV (%) 1,25.

CV (%) 3,02

Valores de mediana seguidos da mesma letra não diferem entre os ranks pelo teste de Tukey a 5 %.

Resultados semelhantes foram alcançados por Ranasinghe et al. (2002), que também conseguiram demonstrar a atividade do óleo obtido da casca e das folhas da canela na inibição do crescimento micelial dos fungos *Colletotrichum musae* (Berk & Curt.) Arx., agente causal da antracnose e *Lasiodiplodia theobromae* e *Fusarium proliferatum* (Matsuhima) Nirenberg, responsáveis por causar podridão em rizomas, todos na bananeira. Combrinck et al. (2011), também constaram o efeito do

óleo essencial de canela, na inibição do crescimento micelial dos patógenos *L. thebromae*, *C. gloeosporioides*, *Alternaria citrii*, *Botrytis cinerea* e *Penicillium digitatum*, com destaque para o óleo essencial puro, que inibiu em 100 % o crescimento micelial de todos os patógenos testados.

Como o óleo afetou o crescimento micelial do fungo, também foi observado efeito em relação à produção de esporos (Tabela 1), ambos os tratamentos, quando comparados com a testemunha, foram igualmente capazes de inibir totalmente o crescimento do fungo e, por consequência, a esporulação.

Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Carnellosi et al. (2009), que observaram a inibição total ou parcial do crescimento micelial e da esporulação de *C. gloeosporioides* frente ao óleos essenciais de *Cymbopogon* (DC) Stapf. *citratus* (capim-limão), *Eucalyptus citriodora* L. (eucalipto), *Mentha arvensis* L. (menta) e *Artemisia dracuncululus* L. (estragão). Lorenzetti et al. (2011), também verificaram o efeito de vários óleos essenciais no controle do mofo cinzento do morangueiro causado pelo fungo *Botrytis cinerea*, destacando o óleo de canela, que afetou tanto o crescimento micelial quanto a germinação de esporos do fungo.

Todos os autores relatados anteriormente atribuíram esses efeitos inibitórios a presença do eugenol, um componente majoritário no óleo essencial de canela. Essa substância tem sido relatada como de atividade antifúngica, sendo responsável por causar perturbações na membrana citoplasmática, interrupção da força motriz dos prótons, do fluxo de elétrons, do transporte ativo e a coagulação do conteúdo celular em fungos filamentosos (Davidson, 1997; Abbaszadeh et al. 2014). Costa et al. (2011), em seu estudo com óleo obtido a partir do cravo-da-índia (*Syzygium. Aromaticum*) contendo grande percentual de eugenol, relatou alterações morfológicas nos vacúolos, desorganização dos conteúdos celulares, diminuição da

nitidez da parede celular, além de menor turgescência em células de micélios tratados com o óleo.

Estes mecanismos podem explicar a ação inibitória encontrada neste ensaio no controle do fungo *C. cassiicola in vitro*, assim como ajudaram na confirmação da escolha do óleo essencial de canela como um promissor agente no controle do fungo para a próxima etapa deste estudo com ensaios *in vivo*.

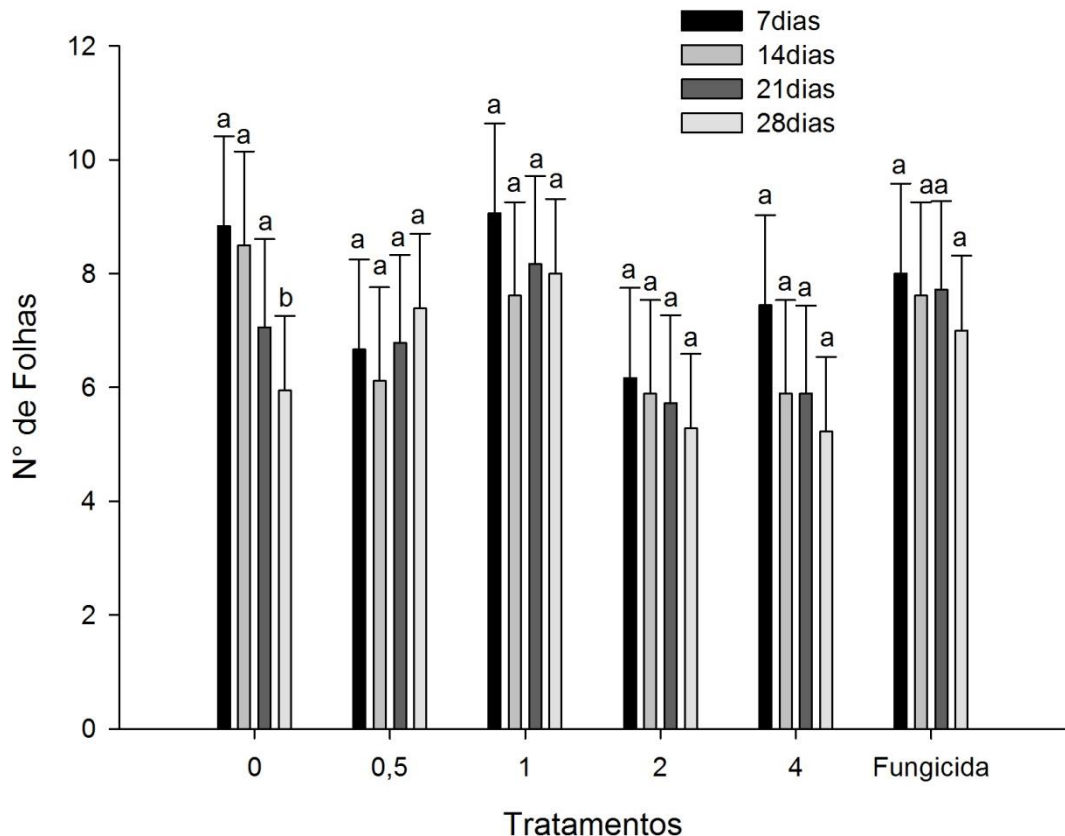
### **Efeito do óleo essencial de Canela-da-Índia no controle da mancha-alvo causada por *C. cassiicola* em plantas de mamão.**

No ensaio em casa de vegetação todas as plantas apresentaram os sintomas da doença, o que demonstra que o período de três dias entre a inoculação e a aplicação dos tratamentos foi o suficiente para que o patógeno se estabelecesse nas plantas, conseguindo assim colonizar com sucesso os hospedeiros. Isto se deve, provavelmente, à alta suscetibilidade do mamoeiro a *C. cassiicola* conforme relatado por Oliveira (2007), que observou os primeiros sintomas dessa doença em até 96 horas após a inoculação.

Para o efeito dos tratamentos sobre o número de folhas total ao longo do tempo, percebeu-se que a testemunha, onde a doença desenvolveu-se livremente, apresentou uma queda brusca e constante de folhas apresentando diferença estatística entre o primeiro e o último dia da avaliação. Por sua vez, os tratamentos com a presença das diferentes concentrações do óleo essencial de canela e no tratamento com o fungicida, o número de folhas não diferiu estatisticamente entre os períodos avaliados conforme mostra a Figura 2.

Conforme descrito por Liberato & McTaggart (2006), a folha do mamoeiro é altamente susceptível à mancha-alvo, e quando esta se apresenta com grande

número de lesões, ocorre queda prematura. Martins et al. (2012), associa este fato à alta agressividade do fungo, que ao atacar as folhas do mamoeiro reduz a sua capacidade fotossintética, tendo efeito direto na redução da sua vida útil acelerando a senescência e provocando a sua abscisão.



**FIGURA 2-** Comportamento da variação do número de folhas do mamoeiro tratadas com diferentes concentrações de óleo de canela-da índia. São Luís. 2014.

Desse modo, a presença do óleo foi capaz de manter a quantidade de folhas evitando a queda prematura causada pela doença. Esse fenômeno foi previamente relatado por Médice et al. (2007), que verificou que na presença dos óleos essenciais de citronela, eucalipto, nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) e tomilho (*Thymus vulgaris* L.), as plantas de soja eram capazes de manter por mais tempo suas folhas. É possível que na presença do óleo de canela o fungo tenha tido maior dificuldade em realizar novas infecções bem sucedidas diminuindo a velocidade da queda das folhas nos tratamentos, não necessitando ter gastos desnecessários com

emissão de novas folhas. Neste aspecto, as concentrações dos óleos foram tão eficientes quanto o fungicida utilizado.

Avaliou-se ainda o efeito das concentrações do óleo de canela no percentual de folhas com lesão (Tabela 2). Os tratamentos que apresentaram menores percentuais de folhas com lesões foram as concentrações 2,0  $\mu\text{L/mL}$  e 4,0  $\mu\text{L/mL}$  do óleo e o controle com fungicida, que diferiram da testemunha. Nesse parâmetro, porém, o efeito observado da concentração de 2,0  $\mu\text{L/mL}$  só foi significativo até a leitura efetuada aos sete dias após a inoculação, o que sugere a possível necessidade de nova aplicação da concentração para a manutenção dos efeitos observados e diminuição progressiva do percentual de folhas lesionadas.

**TABELA 2-** Comportamento da variação do percentual do número de folhas com lesão causadas por *C. cassiicola* no mamoeiro tratadas com diferentes concentrações ( $\mu\text{L/mL}$ ) de óleo de canela-da-índia. São Luís. 2014

Tratamento	Percentual de Folhas com Lesão							
	7 dias		14 dias		21 dias		28 dias	
0	27,55	Ac	35,99	ABb	51,85	Ba	44,41	ABa
0,5	25,86	Ac	38,67	Ab	43,75	Aa	35,04	Aa
1	21,82	Abc	29,21	Aab	31,35	Aa	30,89	Aa
2	13,18	Aab	24,52	Ab	25,21	Aa	24,95	Aa
4	8,17	Aa	11,02	Aa	24,79	Aa	25,39	Aa
Fungicida	7,83	Aa	14,74	Aa	28,58	Aa	28,12	Aa

CV (%) 94.

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre se pelo teste de Tukey a 5%.

Na concentração de 4  $\mu\text{L/mL}$  os efeitos perduraram até a leitura feita após 14 dias da inoculação. Contudo, nesta concentração do óleo foi detectada a presença de grandes quantidades de manchas não características da doença, possivelmente efeito de fitotoxicidade do óleo, inviabilizando essa concentração como promotora de controle de *C. cassiicola* no mamoeiro, mesmo apresentando efeito residual semelhante ao fungicida utilizado, uma vez que essas lesões possivelmente

prejudicariam a capacidade fotossintética da planta ao longo do seu desenvolvimento.

Considerando o efeito do tempo nos tratamentos sobre o percentual de folhas com lesão (Tabela 2), é possível observar que na presença dos tratamentos com o óleo e o fungicida, ocorreram apenas flutuações nos percentuais de folhas com lesões que não foram significativas entre as avaliações e que na testemunha houve um aumento progressivo no percentual de folhas doentes. Observou-se se ainda que na testemunha ocorreu redução significativa no percentual de folhas infectadas entre o 21° e o 28° dias de avaliação, fato que coincide com a redução no número de folhas apresentado neste tratamento no mesmo intervalo de tempo consequência esta atribuída ao ataque severo do patógeno destacada por Ventura et al. (2004) e Liberato & Mctaggart, (2006).

Efeitos semelhantes foram descritos por Médice et al. (2007), em outro patossistema, que observaram uma diminuição nos percentuais de folíolos com pústula de *Phacopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. após a aplicação do óleo essencial de eucalipto apenas aos sete dias após a inoculação, este mesmo efeito não foi percebido para o óleo de tomilho que conseguiu reduzir a incidência da doença até o 36° dia da avaliação, atribuindo este fato ao baixo ou alto poder residual dos óleos no meio. Estes resultados reforçam a ideia da necessidade de novas aplicações do óleo para a manutenção da ação fungistática constatada sobre a capacidade conferida pela sua presença no que diz respeito ao potencial de impedir que o fungo prossiga provocando novas infecções nas folhas do mamoeiro.

Na análise do efeito das concentrações ao tamanho da área foliar lesionada (Tabela 3), notou-se ação das diferentes concentrações do óleo de canela quanto ao percentual de inibição do crescimento das lesões para os tratamentos 1,0 µL/mL e



2,0  $\mu\text{L}/\text{mL}$ , apresentando respectivamente 66 e 54 % de inibição em relação a testemunha. No entanto, essas diferenças não se refletiram em diferenças significativas na área total lesionada nas folhas do mamoeiro.

**TABELA 3-** Efeito do óleo essencial de canela-da-índia, em diferentes concentrações ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ), sobre a área total lesionada causada pelo fungo *C. cassiicola* em plantas de mamão 28 dias após a inoculação do patógeno. São Luís. 2014.

Tratamento	Área foliar (cm <sup>2</sup> )		Área total lesionada (cm <sup>2</sup> )		PIC (%)
0	86,03	a	2,89*	a**	0
0,5	53,46	a	2,36	a	18,2
1	69,85	a	0,97	a	66,5
2	54,60	a	1,32	a	54,3
4	60,36	a	2,44	a	15,6
Fungicida	42,07	a	2,29	a	20,7
CV %	57,39		87,33		

\*dados não transformados.

\*\*comparação realizada com dados transformados pelo  $\text{Log}_{10}(x+1)$ .

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre se pelo teste de Tukey a 5 %.

Trabalhos similares têm reportado a eficiência dos óleos essenciais na redução da severidade de doenças em outros patossistemas. Lorenzetti et al. (2012), encontraram resultados significativos trabalhando com os óleos essenciais de Citronela e Eucalipto no controle da ferrugem das folhas do Capim-limão obtendo menores percentuais da área foliar infectada após 30 dias da aplicação do óleos em relação à testemunha. Em trabalho semelhante, Pereira et al (2012), utilizando os óleos essenciais de canela, citronela, capim- limão, cravo-da-índia, árvore-de-chá (*Melaleuca alternifolia* Cheel), tomilho, nim e eucalipto conseguiram controle parcial da severidade e incidência da ferrugem do café causada por *Hemileia vastatrix*.

É importante ressaltar que os resultados anteriormente citados, aliados aos relatados neste trabalho sobre o efeito do óleo de canela na manutenção da quantidade de folhas e redução do percentual de folhas com lesões, somados ao

efeito da redução do desenvolvimento das lesões principalmente na concentração 2  $\mu\text{L/mL}$  do óleo de canela, apontam este tratamento como promissor na redução da severidade dos sintomas causados pela mancha-alvo.

### Efeito do Óleo de Canela-da-Índia no Controle Preventivo e Curativo de Lesões Causadas por *C. cassiicola* em Frutos de Mamão em Pós-Colheita

Todos os frutos inoculados apresentaram sintomas da doença. No tratamento preventivo (tabela 4), onde o óleo é previamente aplicado no fruto, observou-se diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha, porém não entre as concentrações, tendo o tratamento 2  $\mu\text{L/mL}$  apresentado maior percentual de inibição do crescimento do patógeno. Provavelmente a presença do óleo antes da inoculação do fungo tenha proporcionado um ambiente de proteção ao fruto, criando uma barreira ao estabelecimento e ao desenvolvimento da lesão no fruto.

**TABELA 4-** Efeito das concentrações ( $\mu\text{L/mL}$ ) do óleo essencial de canela-da-índia no tratamento curativo e preventivo na severidade da mancha alvo causada por *C. cassiicola* em frutos de mamão, sete dias após a inoculação do patógeno. São Luís. 2014.

DIÂMETRO MÉDIO DAS LESÕES						
	Tratamento preventivo (cm)		PIC (%)	Tratamento curativo (cm)		PIC (%)
Testemunha	1,1*	b	0	10,8	a	0
0,5	0,2	a	82	12,5	a	-15
1	0,2	a	82	10,9	a	0
2	0,1	a	91	9,0	a	17
4	0,2	a	82	11,7	a	-0,08

\*Dados transformados pela  $\sqrt{x}$ .

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. CV(%) 24.

O efeito das concentrações do óleo essencial de canela no tratamento curativo não resultou em diferenças significativas (tabela 4), não havendo diferença entre os tratamentos e a testemunha, apresentando percentuais de inibição da

doença muito baixos. É provável que isso se deva ao tempo entre a inoculação e o tratamento, que deve ter sido suficiente para que o fungo consiga se estabelecer plenamente no fruto, além do rápido processo de amadurecimento dos frutos do mamão principalmente na presença do patógeno, que estimula a produção do etileno, hormônio responsável pelo amadurecimento do fruto, de forma a não permitir que o óleo haja em tempo suficiente sobre o fungo, não ocorrendo controle.

Podem-se verificar resultados semelhantes aos deste trabalho observados em outras pesquisas, avaliando o potencial do uso de óleos essenciais em diferentes patossistemas no controle pós-colheita. Gadelha et al. (2003), estudando a ação de cinco concentrações de dois fungicidas naturais, um a base de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Chan.), hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L.), alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*) e soja (fungicida 1) e o outro a base de alecrim-pimenta, alfavaca-cravo, eucalipto e soja, no tratamento pós-colheita do pedúnculo do melão com relação ao efeito curativo e preventivo desses óleos, observou que o tratamento preventivo foi mais eficiente que o curativo para o tratamento com o fungicida 1, uma vez que apresentou menores médias para a proliferação dos fungos.

Estudando o mesmo hospedeiro, porém com agente patogênico diferente, Carnelossi et al. (2009), avaliaram o efeito *in vivo* no controle de *C. gloeosporioides*, agente causal da antracnose do mamão em pós-colheita, por óleos essenciais de *C. citratus* e *Eucalyptus citriodora* na concentração 1%, procedendo com a inoculação do patógeno em conjunto e 24 após a aplicação dos tratamentos, demonstrando que os frutos tratados preventivamente e inoculados após 24 h, apresentaram maior controle da doença, conferindo menor área abaixo da curva de progresso da doença. Estes resultados atestam o potencial do uso dos óleos essenciais como alternativa à aplicação de fungicidas comerciais.

## CONCLUSÕES

Pôde-se verificar neste estudo que o óleo essencial de Canela-da-índia apresentou efeito inibitório no crescimento micelial assim como na esporulação *in vitro* do fungo *C. cassiicola*.

As análises *in vivo* em condições de casa de vegetação, demonstraram potencial do uso do óleo essencial no controle parcial da doença mancha-alvo em plantas jovens do mamoeiro.

No tratamento *in vivo* em condições de pós-colheita, o tratamento preventivo com o óleo essencial apresentou-se como alternativa mais promissora no controle das lesões causadas pelo fungo.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABBASZADEH, S.; SHARIFZADEH, A.; SHOKRI, H.; KHOSRAVI, A. R.; ABBASZADEH, A. Antifungal efficacy of thymol, carvacrol, eugenol and menthol as alternative agents to control the growth of food-relevant fungi. **Journal de Mycologie Médicale / Journal of Medical Mycology**, n. 0, p.1-6, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S115652331400064X>>.

BASTOS, C. N. Efeito do óleo de *Piper aduncum* sobre *Crinipelis* e outros fungos fitopatogênicos. **Fitopatologia Brasileira**, v. 22, p. 441-443, 1997.

CARLOS, M. M. et al.. Efeito de extrato bruto e óleo essencial de *Achillea millefolium* em desenvolvimento *in vitro* de *Corynespora cassiicola* e proteção de pepino à mancha de corinespora. **Revista Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, p. 309-316, 2010. Disponível em: <[http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v77\\_2/carlos.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v77_2/carlos.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2014.

CARNELOSSI, P. R. et al. Óleos essenciais no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, p. 399-406, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-05722009000400007&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722009000400007&nrm=iso)>. Acesso em: 13 fev. 2014.

COMBRINCK, S.; REGNIER, T.; KAMATOU, G. P. P. *In vitro* activity of eighteen essential oils and some major components against common postharvest fungal pathogens of fruit. **Industrial Crops and Products**, v. 33, n. 2, p. 344-349, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669010003110>>. Acesso em: 18 mar. 2014.

COSTA, A. R. T. et al. Ação do óleo essencial de *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M.Perry sobre as hifas de alguns fungos fitopatogênicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 240-245, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-05722011000200018&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722011000200018&nrm=iso)>. Acesso em: 13 fev. 2014.

Davidson, P.M. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. In: Doyle, M.P, Beuchat, L.R., Montville, T.J. (Eds.), **Food microbiology: fundamentals and frontiers**, Washington: ASM, 1997. p. 520–556.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICS. 2012. Disponível em: <<<http://faostat.fao.org/>>>. Acesso em: 03 mar. 2012.

GADELHA, J. C. et al. Defensivos naturais no tratamento pós-colheita do pedúnculo de melão. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 34, n.1, p. 5-10 , 2003. Disponível em: <[http://hortibrasil.org.br/jnw/index.php?option=com\\_content&view=article&id=488:defensivos-naturais-no-tratamento-pos-colheita-do-pedunculo-de-melao&catid=55:artigos-cientificos&Itemid=109](http://hortibrasil.org.br/jnw/index.php?option=com_content&view=article&id=488:defensivos-naturais-no-tratamento-pos-colheita-do-pedunculo-de-melao&catid=55:artigos-cientificos&Itemid=109)>. Acesso em: 03 mar. 2014.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal: Tabelas completas. Lavouras permanentes 2012. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2011/default\\_zip\\_perm\\_xls.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2011/default_zip_perm_xls.shtm)>>. Acesso em: 03 de mar de 2014.

LIBERATO, J. R.; MCTAGGART, A. R. *Corynespora* Brown Spot of Papaya (*Corynespora cassiicola*) 2006. Disponível em: < <http://www.padil.gov.au/pests-and-diseases/Pest/Main/136590#>>. Acesso em: 03 mar. 2014.

LORENZETTI, E. R. et al. Controle da ferrugem das folhas do capim-limão [*Cymbopogon citratus* (DC: ) Stapf] com produtos naturais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, p. 571-578, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-05722012000400001&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722012000400001&nrm=iso)>. Acesso em: 18 mar. 2014.

LORENZETTI, E. R. et al. Bioatividade de óleos essenciais no controle de *Botrytis cinerea* isolado de morangueiro. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, p. 619-627, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-05722011000500019&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722011000500019&nrm=iso)>. Acesso em: 18 mar. 2014.

MARTINS, M. V. V. et al. **Monitoramento, Sanitização e Controle Químico no Manejo da Mancha-de-Corynespora do Mamoeiro**. Brasília: EMBRAPA, 2012. 22p

MEDICE, R. et al. Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 83-90, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542007000100013&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542007000100013&nrm=iso)>. Acesso em: 13 fev. 2014.

OLIVEIRA, A. A. R.; SANTOS FILHO, H. P. **mancha de corynespora**. Cruz das Almas: EMBRAPA, 2006. 2 p.

OLIVEIRA, D. R. et al. Chemical and antimicrobial analyses of essential oil of *Lippia organoides* H.B.K. **Food Chemistry**, v. 101, n. 1, p. 236-240, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814606000781>>. Acesso em: 13 fev. 2014.

OLIVEIRA, J. A. Efeito do tratamento fungicida em sementes no controle de tombamento de plântulas de pepino (*Cucumis sativas* L.) e pimentão (*Capsicum annanum* L.). 1991. 111p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade)– Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras..

PEREIRA, R. B.; LUCAS, G. C.; PERINA, F. J.; ALVES, E. Essential oils for rust control on coffee plants. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, p. 16-24, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542012000100002&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542012000100002&nrm=iso)>.

PORTER, B.; CHRISTOPHER, D.; ZHU, Y. Genomics of Papaya Disease Resistance. In: MING, R.; MOORE, P. H. (Ed.). **Genetics and genomics of papaya**: New York :Springer,, 2014.p.277-307.

RANASINGHE, L.; JAYAWARDENA, B.; ABEYWICKRAMA, K. Fungicidal activity of essential oils of *Cinnamomum zeylanicum* (L.) and *Syzygium aromaticum* (L.) Merr et L.M.Perry against crown rot and anthracnose pathogens isolated from banana. **Letters in Applied Microbiology**, v. 35, n. 3, p. 208-211, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1046/j.1472-765X.2002.01165.x>>. Acesso em: 19 mar. 2014.

SILVA, G. S. Guia Pratico para identificação das principais doenças do mamoeiro no estado do maranhão. São Luis: Editora UEMA, 2011. p. 19.

VENTURA; COSTA, H.; TATAGIBA, J. Papaya Diseases and Integrated Control. In: NAQVI, S. A. M. H. (Ed.). **Diseases of Fruits and Vegetables: Diseases of Fruits and Vegetables. Volume II.** Netherlands: Springer, 2004. p.201-268.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS





## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sistemas de produção alternativos ou não convencionais podem ser importantes para reduzir os impactos ambientais e sociais causados pelo atual modelo de produção agrícola baseado no uso intensivo dos recursos naturais, monoculturas e utilização quase que exclusiva de métodos de controle químicos.

Neste contexto, o uso de óleos essenciais obtidos a partir do metabolismo secundário de plantas aromáticas com ação fungicida a doenças se constitui como uma fonte natural e inesgotável de substâncias potencialmente ativas que podem ser usadas como matéria-prima para a síntese de novos compostos no combate e controle de doenças de plantas, caracterizando-se como medida alternativa ao trópico-úmido, na busca pelo desenvolvimento sustentável dentro dos princípios agroecológicos, proporcionando de forma significativa a redução dos impactos que os agroquímicos vêm causando ao longo dos anos.

Os resultados aqui apresentados visando o controle *in vivo* em casa de vegetação e em pós-colheita demonstram o potencial para o controle da mancha alvo no mamoeiro, no entanto novos estudos devem ser realizados no sentido de aprimorar as metodologias de análise, para identificar de fato qual é a melhor dose a ser trabalhada de modo a obter maiores índices de controle da doença sem ocasionar fitotoxidez e no estudo dos mecanismos de ação do óleo sobre o patógeno.

**ANEXO**



## **NORMAS DA REVISTA BRASILEIRA DE PLANTAS MEDICINAIS**

**A Revista Brasileira de Plantas Mediciniais - RBPM** é publicação trimestral, exclusivamente eletrônica a partir de 2012, e destina-se à divulgação de trabalhos científicos inéditos, revisões bibliográficas, e notas prévias, que deverão contemplar as grandes áreas do estudo de plantas medicinais: Agronomia, Farmácia, Biologia, e Química. Manuscritos que envolvam ensaios clínicos deverão apresentar, na carta de encaminhamento, a autorização da Comissão de Ética pertinente, bem como citar o número da autorização na descrição metodológica. Da mesma forma, as pesquisas que envolvam acesso ao patrimônio genético deverão apresentar a autorização do órgão competente citando-o no corpo do texto. Os manuscritos podem ser redigidos em português, inglês ou espanhol, sendo obrigatória a apresentação do resumo em português e em inglês, independente do idioma utilizado. Os manuscritos devem ser enviados por e-mail: [rbpm.sbp@gmail.com](mailto:rbpm.sbp@gmail.com), com letra Arial 12, espaço duplo, margens de 2 cm, em “Word for Windows”. A submissão deve ser acompanhada por carta de encaminhamento\*. Os manuscritos, em qualquer modalidade, não devem exceder 20 páginas. Para a publicação, os artigos aprovados submetidos à RBPM a partir de 1º de Abril de 2013 (inclusive), terão custo de tramite de 300 reais (trezentos reais) a ser efetivado pelos autores/responsáveis somente na ocasião do recebimento da carta de aceitação do artigo, quando receberão o respectivo boleto e instruções para o pagamento.

### **\* Carta de Encaminhamento (em PDF)**

As Submissões devem ser acompanhadas de uma breve carta de encaminhamento ao Editor da RBPM assinada pelo autor principal informando o endereço postal completo, telefone, e-mail e CPF. Esta carta deve conter: um parágrafo conciso indicando as razões do autor em optar pela publicação na RBPM, e indicar a área principal da pesquisa. O autor deve declarar que a pesquisa é inédita e que a presente submissão é exclusiva à RBPM. Deve anexar, quando couber, o parecer de comites de ética em pesquisa e/ou autorização de acesso ao patrimonio genético.

## **REVISÕES BIBLIOGRÁFICAS E NOTAS PRÉVIAS**

Revisões e Notas prévias deverão ser organizadas basicamente em: Título, Autores, Resumo, Palavras-chave, Abstract, Key words, Texto, Agradecimento (se houver) e Referência

Bibliográfica. Atenção especial deve ser dada aos artigos de Revisão evitando a citação Ipsi-litteris de textos, que configura plágio por lei.

## **ARTIGO CIENTÍFICO**

Os artigos deverão ser organizados em:

**TÍTULO:** Deverá ser claro e conciso, escrito apenas com a inicial maiúscula, negrito, centralizado, na parte superior da página. Se houver subtítulo, deverá ser em seguida ao título, em minúscula, podendo ser precedido de um número de ordem em algarismo romano. Os nomes comuns das plantas medicinais devem ser seguidos pelo nome científico (binômio latino e autor) entre parênteses.

**AUTORES:** Começar pelo último sobrenome dos autores por extenso (nomes intermediários somente iniciais, sem espaço entre elas) em letras maiúsculas, 2 linhas abaixo do título. Após o nome de cada autor deverá ser colocado um número sobrescrito que deverá corresponder ao endereço: instituição, endereço da instituição (rua e número ou Caixa Postal, cidade, sigla do estado, CEP, e-mail). Indicar o autor que deverá receber a correspondência. Os autores devem ser separados com ponto e vírgula.

**RESUMO:** Deverá constar da mesma página onde estão o título e os autores, duas linhas abaixo dos autores. O resumo deverá ser escrito em um único parágrafo, contendo objetivo, resumo do material e método, principais resultados e conclusão. Não deverá apresentar citação bibliográfica.

**Palavras-chave:** Deverão ser colocadas uma linha abaixo do resumo, na margem esquerda, podendo constar até cinco palavras.

**ABSTRACT:** Apresentar o título e resumo em inglês, no mesmo formato do redigido em português, com exceção do título, apenas com a inicial em maiúscula, que virá após a palavra ABSTRACT.

**Key words:** Abaixo do Abstract deverão ser colocadas as palavras-chave em inglês, podendo constar até cinco palavras.

**INTRODUÇÃO:** Na introdução deverá constar breve revisão de literatura e os objetivos do trabalho. As citações de autores no texto deverão ser feitas de acordo com os seguintes

exemplos: Silva (1996); Pereira & Antunes (1985); (Souza & Silva, 1986) ou quando houver mais de dois autores Santos et al. (1996).

**MATERIAL E MÉTODO (CASUÍSTICA):** Deverá ser feita apresentação completa das técnicas originais empregadas ou com referências de trabalhos anteriores que as descrevam. As análises estatísticas deverão ser igualmente referenciadas. Na metodologia deverão constar os seguintes dados da espécie estudada: nome popular; nome científico com autor e indicação da família botânica; nome do botânico responsável pela identificação taxonômica; nome do herbário onde a exsicata está depositada, e o respectivo número (Voucher Number); época e local de coleta, bem como, a parte da planta utilizada.

**RESULTADO E DISCUSSÃO:** Poderão ser apresentados separados, ou como um só capítulo, contendo a conclusão sumarizada no final.

**AGRADECIMENTO:** deverá ser colocado neste capítulo (quando houver).

**REFERÊNCIA:** As referências devem seguir as normas da ABNT 6023 e de acordo com os exemplos:

**Periódicos:**

AUTOR(ES) separados por ponto e vírgula, sem espaço entre as iniciais. Título do artigo. **Nome da Revista, por extenso**, volume, número, página inicial-página final, ano.

KAWAGISHI, H. et al. Fractionation and antitumor activity of the water-insoluble residue of *Agaricus blazei* fruiting bodies. **Carbohydrate Research**, v.186, n.2, p.267-73, 1989.

**Livros :**

AUTOR. **Título do livro**. Edição. Local de publicação: Editora, Ano. Total de páginas.

MURRIA, R.D.H.; MÉNDEZ, J.; BROWN, S.A. **The natural coumarins**: occurrence, chemistry and biochemistry. 3.ed. Chinchester: John Wiley & Sons, 1982. 702p.

**Capítulos de livros:**

AUTOR(ES) DO CAPÍTULO. Título do Capítulo. In: AUTOR (ES) do LIVRO. **Título do livro**: subtítulo. Edição. Local de Publicação: Editora, ano, página inicial-página final.

HUFFAKER, R.C. Protein metabolism. In: STEWARD, F.C. (Ed.). **Plant physiology: a treatise**. Orlando: Academic Press, 1983. p.267-33.

**Tese ou Dissertação:**

AUTOR. **Título em destaque:** subtítulo. Ano. Total de páginas. Categoria (grau e área de concentração) -Instituição, Universidade, Local.

OLIVEIRA, A.F.M. **Caracterização de Acanthaceae** medicinais conhecidas como anador no nordeste do Brasil. 1995. 125p. Dissertação (Mestrado - Área de Concentração em Botânica) - Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

**Trabalho de Evento:**

AUTOR(ES). Título do trabalho. In: Nome do evento em caixa alta, número, ano, local. **Tipo de publicação em destaque...** Local: Editora, ano. página inicial-página final.

VIEIRA, R.F.; MARTINS, M.V.M. Estudos etnobotânicos de espécies medicinais de uso popular no Cerrado. In: INTERNATIONAL SAVANNA SYMPOSIUM, 3., 1996, Brasília. **Proceedings...** Brasília: Embrapa, 1996. p.169-71.

**Publicação Eletrônica:**

AUTOR(ES). Título do artigo. **Título do periódico em destaque**, volume, número, página inicial-página final, ano. Local: editora, ano. Páginas. Disponível em: <<http://www.....>>. Acesso em: dia mês (abreviado) ano.

PEREIRA, R.S. et al. Atividade antibacteriana de óleos essenciais em cepas isoladas de infecção urinária. **Revista de Saúde Pública**, v.38, n.2, p.326-8, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 18 abr. 2005.

Não citar resumos e relatórios de pesquisa, a não ser que a informação seja muito importante e não tenha sido publicada de outra forma. Comunicações pessoais devem ser colocadas no rodapé da página onde aparecem no texto e evitadas se possível. Devem ser também evitadas citações do tipo: Almeida (1994) citado por Souza (1997).

**TABELAS:** Devem ser inseridas no texto, com letra do tipo Arial 10, espaço simples. A palavra TABELA (Arial 12) deve ser em letras maiúsculas, seguidas por algarismo arábico; já quando citadas no texto devem ser em letras minúsculas (Tabela).

**FIGURAS:** As ilustrações (gráficos, fotográficas, desenhos, mapas) devem ser em letras maiúsculas seguidas por algarismo arábico, Arial 12, e inseridas no texto. Quando citadas no texto devem ser em letras minúsculas (Figura). As legendas e eixos devem ser em Arial 10, enviadas em arquivos separados, com resolução 300 DPI, 800 x600, com extensão JPG ou TIFF, para impressão de publicação.

**Processo de avaliação:** Os manuscritos são analisados por, pelo menos, dois relatores, segundo um roteiro de análise baseado principalmente no conteúdo e método científico. O Editor, com base nos pareceres justificará sua recomendação sobre uma das seguintes situações: aceitação, reformulação, ou a recusa.

Quando o artigo for aprovado para publicação o autor receberá a carta de aceite bem como as instruções para pagamento dos custos de tramite (R\$300 reais)\*. Os nomes dos relatores permanecerão em sigilo omitindo-se também, perante estes, os nomes dos autores.

\* Somente os artigos aprovados que foram submetidos a partir de 1º de abril de 2013 terão custo para publicação.

**Direitos autorais:** Ao encaminhar um manuscrito para a RBPM os autores devem estar cientes de que, se aprovado para publicação, o copyright do artigo, incluindo os direitos de reprodução em todas as mídias e formatos deverá ser concedido exclusivamente para as Memórias.

**ATENÇÃO:** Artigos que não estiverem de acordo com essas normas serão devolvidos.

**Observação:** São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos. Contudo, reserva-se ao Conselho Editorial, o direito de sugerir ou solicitar modificações que julgarem necessárias.