



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS
MESTRADO - MODALIDADE PROFISSIONAL

MARIA ALCANTARA DOS SANTOS

BIOATIVIDADE DE EXTRATOS E ÓLEO ESSENCIAL DE *Cymbopogon citratus*
(DC.) Stapf FRENTE AO FITOPATÓGENO *Colletotrichum gloeosporioides*

POMBAL-PB
2021

MARIA ALCANTARA DOS SANTOS

BIOATIVIDADE DE EXTRATOS E ÓLEO ESSENCIAL DE *Cymbopogon citratus*
(DC.) Stapf **FRENTE AO FITOPATÓGENO *Colletotrichum gloeosporioides***

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

Orientadores: Prof. Dr. Everton Vieira da Silva
Prof. Dr. Antonio Fernandes Filho.

POMBAL-PB
2021

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação - (CIP)
Josivan Coêlho dos Santos Vasconcelos - Bibliotecário CRB/15-764
Cajazeiras - Paraíba

S237b Santos, Maria Alcantara dos.
Bioatividade de extratos e óleo essencial de *Cymbopogon citratus*
(DC.) Stapf frente ao fitopatógeno *Colletotrichum gloeosporioides* / Maria
Alcantara dos Santos. - Pombal, 2021.
70f.: il.
Bibliografia.

Orientador: Prof. Dr. Everton Vieira da Silva.
Co-orientador: Prof. Dr. Antônio Fernandes Filho.
Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Sistemas
Agroindustriais) UFCG/CCTA, 2021.

1. Capim santo. 2. Produtos naturais. 3. Biodiversidade. 4.
Fitopatógeno. 5. Controle de pragas. I. Silva, Victor Hugo da. II.
Universidade Federal de Campina Grande. III. Centro de Ciências e
Tecnologia Agroalimentar. IV. Título.

UFCG/CFP/BS

CDU - 632.9 (043.3)

MARIA ALCANTARA DOS SANTOS

BIOATIVIDADE DE EXTRATOS E ÓLEO ESSENCIAL DE *Cymbopogon citratus*
(DC.) Stapf **FRENTE AO FITOPATÓGENO *Colletotrichum gloeosporioides***

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

Data da Aprovação: Pombal-PB 12/02/2021

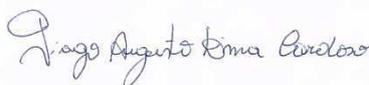
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Everton Vieira da Silva (Orientador) - PPGSA/UFCG



Prof. Dr. Antonio Fernandes Filho (Co-orientador) - PPGSA/UFCG



Tiago Augusto Lima Cardoso - PPGSA/UFCG



Letícia Carvalho Benitez – UACEN/CFP/UFCG

À minha família e aos meus amigos que são a base de apoio para todas as minhas empreitadas pela vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por conceder-me a força e a coragem necessárias para realizar mais esta tarefa.

Ao Professor Everton Vieira da Silva, pelo incentivo constante e pela dedicação na tarefa de orientar.

Ao Professor Antonio Fernandes Filho, pela coorientação no desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do Mestrado, pela dedicação ao ministrarem as disciplinas do curso.

Aos colegas da Turma do Mestrado, pelo companheirismo.

Aos Professores José Cesário de Almeida e Éder Freire, pelo suporte na realização das atividades práticas de microbiologia.

Às Professoras Giliara Carol Diniz de Luna Gurgel e Maria do Carmo Andrade Duarte de Farias, pelas contribuições quando da qualificação.

Aos amigos Rosana Ferreira e Edval Tavares, por terem estado, verdadeiramente, presentes, em todas as etapas que compuseram este trabalho.

Ao amigo Francisco Carlos Pinheiro da Costa, não apenas pelo trabalho de identificação botânica do vegetal estudado, mas também pelo apoio e suporte em outras etapas da pesquisa.

À amiga Fátima Maria Elias Ramos, pelo apoio constante e pela revisão do texto deste trabalho.

A Jefferson Antônio Marques, pela tradução do resumo.

À Damiana Raimunda Dantas de Lima e João Leandro Neto, pelo fornecimento da matéria prima (capim santo) utilizada na pesquisa.

A Darlei Gutierrez Dantas Bernardo Oliveira, pela presteza e disponibilidade em acompanhar-me no trabalho de campo para realização das coletas.

A Itamar de Miranda Pereira, pelas contribuições nas atividades de laboratório e de análise estatística.

Ao Técnico de Laboratório Samuel Guedes Bitu, pela disponibilidade e presteza na efetivação de todo o processo extrativo do óleo essencial do capim santo.

Ao Instituto Federal da Paraíba – Campus de Sousa, por disponibilizar o acesso e utilização do Laboratório de Química.

À Escola Técnica de Saúde de Cajazeiras – ETSC/UFCG, pelo fornecimento de alguns reagentes químicos fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

À Universidade Federal de Campina Grande, por disponibilizar a infraestrutura necessária para que este trabalho fosse realizado.

Aos integrantes da banca examinadora, Prof. Tiago Augusto Lima Cardoso e Profa. Letícia Carvalho Benitez, pela disponibilidade em participar deste momento, bem como pelas contribuições para melhoria deste trabalho.

A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram com o desenvolvimento a realização deste trabalho.

RESUMO

Bioatividade de extratos e óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf frente ao fitopatógeno *Colletotrichum gloeosporioides*

O uso de defensivos agrícolas sintéticos no controle de pragas em plantas acarreta prejuízos ao meio ambiente e à saúde humana. Contraindo-se a esta realidade, o uso de produtos naturais, a exemplo dos extratos vegetais, tem despontado como uma alternativa viável no controle de fitopatógenos. Assim, este estudo objetivou avaliar a ação bioativa do óleo essencial e de extratos brutos do capim santo sobre o desenvolvimento micelial do fitopatógeno *C. gloeosporioides*. Para isto, realizou-se a determinação dos teores de clorofilas, carotenoides, flavonoides, antocianinas e compostos fenólicos totais nos extratos brutos. Para a análise *in vitro*, o meio de cultura BDA incorporado do óleo e dos extratos, em quatro concentrações definidas, foi vertido em placas de Petri com cinco repetições para cada tratamento. Microdiscos de *C. gloeosporioides* foram inoculados no centro das placas e incubados em câmara tipo B.O.D, a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Medições diárias do crescimento das colônias foram realizadas por sete dias e os resultados foram determinados calculando-se a Porcentagem de Inibição de Crescimento micelial (PIC) e o Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM). Nesta pesquisa, observou-se que os melhores resultados foram alcançados pelo óleo essencial na concentração de 0,25% (250 μL .100 ml^{-1} do meio) e pelo extrato aquoso na concentração de 1%, visto que apresentaram as maiores médias de PIC: 100% e 87%, e as maiores reduções no IVCM: 0 e 0,11 cm dia^{-1} , respectivamente, seguidos do extrato alcoólico com PIC máximo de 23,5% e IVCM mínimo de 0,68 cm dia^{-1} , na concentração de 1,5%. Desse modo, estes resultados apontam para a presença de compostos biologicamente ativos nos produtos derivados do *C. citratus* analisados, com ação efetiva sobre o crescimento micelial do fitopatógeno *C. gloeosporioides*.

Palavras-chave: capim santo; produtos naturais; bioatividade; fitopatógeno.

ABSTRACT

Bioactivity of extracts and essential oil of *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf against the pathogen *Colletotrichum gloeosporioides*

The use of synthetic pesticides to control pests in plants causes damage to the environment and human health. Opposed to this reality, the use of natural products, such as plant extracts, has emerged as a viable alternative in the control of phytopathogens. Thus, this study aimed to evaluate the bioactive action of essential oil and crude extracts of holy grass (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) on the mycelial development of the *C. gloeosporioides* phytopathogen. For the study, the content of chlorophylls, carotenoids, flavonoids, anthocyanins and total phenolic compounds in the crude extracts was determined. For in vitro analysis, the PDA culture medium incorporated in the oil and extracts, in four defined concentrations, was poured into Petri dishes with five replicates for each treatment. Micro disks of *C. gloeosporioides* were inoculated in the center of the dishes and incubated in a BOD incubator at $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Colony growth measurements were taken daily for seven days and the results were determined by calculating the Percentage Inhibition (PI) of mycelial growth and the Mycelial Growth Speed Index (MGSI). It was observed that the best results were obtained by the essential oil in the concentration of 0.25% (250 μL .100 ml^{-1} of the medium) and by the aqueous extract in the concentration of 1%, since they presented the highest averages of PI (100% and 87%) and the greatest reductions in the MGSI (0 and 0.11 cm day^{-1}), respectively, followed by alcoholic extract with a maximum PI of 23.5% and MGSI minimum of 0.68 cm day^{-1} , at a concentration of 1.5%. Thus, the results indicate the presence of biologically active compounds in the products derived from *C. citratus* analyzed with effective action on the mycelial growth of the phytopathogen *C. gloeosporioides*.

Keywords: holy grass; natural products; bioactivity; phytopathogen.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Capim santo (<i>C. citratus</i>).....	15
Figura 2 - Estruturas químicas dos compostos majoritários do <i>C. citratus</i>	19
Figura 3 - Desenvolvimento micelial do <i>C. gloeosporioides</i> nas diferentes concentrações dos tratamentos em meio BDA.....	45
Figura 4 – Demonstração da Porcentagem de Inibição do Crescimento e do Índice de Velocidade do Crescimento Micelial do <i>C. gloeosporioides</i> em diferentes concentrações de extrato aquoso de capim santo.....	46
Figura 5 - Demonstração da Porcentagem de Inibição do Crescimento e do Índice de Velocidade do Crescimento Micelial do <i>C. gloeosporioides</i> em diferentes concentrações de extrato alcoólico de capim santo	46
Figura 6 - Demonstração da Porcentagem de Inibição do Crescimento e do Índice de Velocidade do Crescimento Micelial do <i>C. gloeosporioides</i> em diferentes concentrações de extrato hidroalcoólico de capim santo	47
Figura 7 - Demonstração da Porcentagem de Inibição do Crescimento e do Índice de Velocidade do Crescimento Micelial do <i>C. gloeosporioides</i> em diferentes concentrações de óleo essencial de capim santo	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Rendimentos dos extratos brutos e do óleo essencial	41
Tabela 2 – Teores de Clorofilas e Carotenoides	42
Tabela 3 – Teores de Flavonoides e Antocianinas	43
Tabela 4 – Teores de Fenólicos Totais	44
Tabela 5 - Resultados das análises de regressão para o efeito da concentração de extratos e do óleo essencial sobre a porcentagem de inibição do crescimento e índice de velocidade do crescimento micelial do <i>C. gloeosporioides</i>	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 Características gerais do <i>Cymbopogon citratus</i>	15
3.2 Usos do capim santo	16
3.3 Potencial antimicrobiano e fungicida do capim santo	18
3.4 Principais constituintes químicos do <i>Cymbopogon citratus</i>	19
3.5 Extratos vegetais	20
3.6 Óleos essenciais	21
3.7 Fungos	22
3.8 Fitopatologia	23
3.9 <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	24
4 MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1 Classificação da pesquisa	26
4.2 Localização da pesquisa	26
4.3 Coleta e identificação da espécie botânica	26
4.4 Preparação e secagem das amostras	27
4.5 Obtenção dos extratos e do óleo essencial	27
4.6 Cálculo do rendimento dos extratos e do óleo essencial	28
4.7 Determinação dos compostos bioativos	28
4.7.1 Clorofilas e Carotenoides Totais	28
4.7.2 Flavonoides e Antocianinas.....	29
4.7.3 Compostos Fenólicos Totais.....	30
4.8 Avaliação da ação do óleo essencial e dos extratos sobre o desenvolvimento do <i>C. gloeosporioides</i>	31
4.9 Análise estatística dos dados	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, a produção agrícola alicerçada na chamada “agricultura convencional” tem se baseado na utilização de tecnologia de produtos como inseticidas, herbicidas, fungicidas, dentre outros agrotóxicos (DINIZ, 2011). Entretanto, o uso intensivo e indiscriminado destes insumos na agricultura converteu-se em fonte geradora de sérios problemas ambientais, a exemplo da contaminação do solo e da água, tanto dos mananciais de superfície como dos subterrâneos; da promoção ao desequilíbrio biológico e à redução da biodiversidade (BETTIOL; MORANDI, 2009).

No cenário do agronegócio, estes problemas são agravados em decorrência do modelo adotado para o desenvolvimento da cadeia produtiva agrícola, descrito como químico-dependente de agrotóxicos e, neste caso, os danos causados à saúde humana e ao meio ambiente são muito relevantes, sendo destacados os processos de poluição e/ou contaminação, como também o surgimento de intoxicações agudas e crônicas ligadas à aplicação destes insumos que estão presentes em todas as etapas da cadeia produtiva da referida atividade (CARNEIRO *et al.*, 2015).

Contrapondo-se a esta realidade, Sousa, Serra e Melo (2012) apontam o surgimento de metodologias alternativas para o controle de doenças em plantas através do uso de substâncias obtidas de produtos naturais potencialmente capazes de induzir resistência aos vegetais frente ao ataque de fungos ou bactérias. Estes mesmos autores destacam o interesse no meio científico pela utilização destes produtos, a exemplo dos extratos vegetais, que possam ser obtidos de plantas de fácil cultivo e disseminação e que apresentem eficiência no controle de fungos ou bactérias, em baixas concentrações, o que levaria a uma diminuição dos custos de aplicação, além de contribuir para a redução dos danos causados aos ecossistemas e à saúde humana.

Neste cenário, o capim santo (*Cymbopogon citratus*) se enquadra como alternativa para estudo, dado que, de acordo com o Brazil Flora Group - BFG (2015), este vegetal é facilmente encontrado em quase todas as regiões brasileiras, o que evidencia a facilidade de cultivo e disseminação do mesmo, além de já ter sido objeto de pesquisas que atestaram efetiva atividades antioxidante e antibacteriana do seu óleo essencial (ALMEIDA, 2016), bem como o seu potencial anti-inflamatório e antifúngico (BOUKHATEM *et al.*, 2014).

O óleo essencial do capim santo tem sido muito utilizado como insumo nas indústrias de alimentos para conferir sabor a produtos alimentícios; na perfumaria para conferir

fragrância a sabões, detergentes e cosméticos e na farmacêutica para a síntese da vitamina A (GANJEWALA; LUTHRA. 2010). Suas folhas têm sido amplamente utilizadas na medicina popular, principalmente na forma de infusões, aplicadas no tratamento de problemas digestivos e agindo também como antialérgico, diurético e anti-inflamatório (NEGRELLE; GOMES, 2007).

De acordo com Kouame *et al.* (2016), as propriedades terapêuticas atribuídas ao capim santo são de responsabilidade dos compostos químicos presentes em sua constituição. Estudos de caracterização química do óleo essencial do *C. Citratus* realizados por Gbenou *et al.* (2013) e Brito *et al.* (2011) apontaram como principais constituintes, àqueles que aparecem em maior percentual, o citral (mistura de geranial e neral) e o mirceno.

Estudos realizados com produtos extraídos do capim santo têm apontado também que este vegetal apresenta um considerável potencial antifúngico, como é o caso do trabalho desenvolvido por Guimarães e colaboradores (2011) que analisaram os efeitos fungitóxicos do óleo essencial do capim-santo e do citral com relação à inibição do crescimento micelial dos fitopatógenos *Fusarium oxysporum cubense*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Bipolaris sp.* e *Alternaria alternata* e concluíram que, tanto o óleo essencial do capim santo quanto o seu constituinte citral, tiveram efeito inibitório sobre o crescimento dos microorganismos estudados. Esta propriedade antifúngica também foi verificada por Souza, Araújo e Nascimento (2007) que, trabalhando com extratos de alho e capim santo, observaram que estes extratos conseguiram reduzir o crescimento micelial do *Fusarium proliferatum* isolado de Grãos de Milho.

Mediante o exposto acerca da crescente necessidade de desenvolvimento de novos produtos naturais, efetivos, no controle de patógenos que afetam a produção agrícola e que possam ser obtidos através de processos menos onerosos, relacionados tanto à questão econômica como, principalmente, aos danos causados ao meio ambiente e à saúde humana, e considerando a existência de fatores que podem influenciar na composição química dos produtos extraídos de plantas, a exemplo da genética e das condições agrônômicas, que em consequência também podem interferir nos resultados relacionados à atividade destes produtos sobre microorganismos, em razão disto, o propósito deste trabalho foi investigar a ação de extratos brutos (aquoso, alcoólico e hidroalcoólico) e do óleo essencial do capim santo sobre o desenvolvimento do fitopatógeno *Colletotrichum gloeosporioides*.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a ação bioativa do óleo essencial e de extratos brutos do capim santo sobre o desenvolvimento micelial do fitopatógeno *Colletotrichum gloeosporioides*.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar procedimentos laboratoriais para obtenção dos extratos (aquoso, alcoólico e hidroalcoólico) e do óleo essencial do *C. citratus*.
- Determinar os compostos bioativos presentes nos produtos extraídos a partir da biomassa vegetal coletada.
- Avaliar, *in vitro*, a ação antifúngica dos extratos e do óleo essencial do capim santo frente ao fitopatógeno *C. gloeosporioides*.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Características gerais do *Cymbopogon citratus*

Pertencente à família das Poaceae, o *Cymbopogon citratus* foi primeiramente classificado por De Candolle como *Andropogon citratus* passando a ser, posteriormente, *Cymbopogon citratus* numa reclassificação feita por Otto Stapf, em que o nome *Cymbopogon* deriva-se das palavras gregas *kymbe* e *pogon* que significam, respectivamente, barco e barba em alusão ao arranjo de sua inflorescência e *Citratus* que tem origem no latim antigo e significa folhas com aroma de limão (NEGRELLE; GOMES, 2007).

Caracterizada como uma planta herbácea, o *C. citratus* (Figura 1) cresce de forma aglomerada em touceiras, emitindo estolões que podem chegar a medir até 2 m de altura. Suas folhas são longas e estreitas com aspecto áspero ao tato em ambas as faces, apresentando bordo liso e cortante. São recobertas por uma camada fina de cera esbranquiçada e exalam cheiro característico de limão. Raramente detecta-se a presença de flores e, quando estas ocorrem, são estéreis. Desta forma, os novos plantios são conseguidos através dos perfilhos (EPAGRI, 2004; LORENZI; MATOS, 2008).

Figura 1 – Capim santo (*C. citratus*)



Fonte: MACHADO *et al.* (2012).

Planta originária da Índia e subespontânea nos países tropicais (CARVALHO *et al.* 2005), o *C. citratus* é popularmente conhecido no Brasil, dentre outros nomes, como capim-

cheiroso, erva-cidreira, capim-cidreira, capim-limão, capim-santo, capim-de-cheiro, chá-de-estrada, cidró, citronela-de-java, capim-cidrilho (LORENZI; MATOS, 2008).

Apesar de apresentar sensibilidade à estiagem e às geadas, o *C. citratus* tem ocorrência natural em regiões tropicais e subtropicais úmidas e, embora, seja facilmente adaptável a vários tipos de solo, se desenvolve melhor em solos arenosos e com bom teor de umidade, não sendo recomendado o plantio em solos muito argilosos ou encharcados (EPAGRI, 2004). Ainda com relação às questões agrônômicas, Ortiz *et al.* (2002) ressaltam a importância da qualidade, quantidade e duração da luz para o bom desenvolvimento da espécie.

Mesmo não sendo uma planta nativa da flora brasileira, o capim santo já está muito bem adaptado e aclimatado no Brasil (NEGRELLE; GOMES, 2007), tendo ocorrências confirmadas nas regiões Norte (Acre e Rondônia); Nordeste (Alagoas, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte); Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul); Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) e Sul (Paraná, Santa Catarina) (BFG, 2015).

Embora seja encontrado em quase todo o território brasileiro, em termos de produção, conforme estudos de Pinto *et al.* (2014), as regiões brasileiras onde há relevante destaque do cultivo do capim santo são o Sul e Sudeste e, conforme prática adotada em outros países tropicais, o cultivo do *C. citratus* é feito em ambiente não protegido.

3.2 Usos do capim santo

Várias são as formas de usos atribuídas ao capim santo descritas na literatura, em Costa *et al.* (2005) encontra-se descrição de sua utilidade como cercas vivas na contenção de encostas para evitar erosão. EPAGRI (2004) também descreve este mesmo tipo de uso na contenção de barrancos em estradas, bem como a sua capacidade de proporcionar ótima cobertura do solo graças ao seu sistema radicular característico, considerado como sendo vigoroso e agregador. Ainda, segundo este autor, as folhas do capim santo são usadas na culinária, como aromatizante para roupas e como repelente. Schaneberg e Khan (2002) afirmam que devido ao forte sabor de limão que o *C. citratus* apresenta, este é bastante utilizado como um importante ingrediente na cozinha asiática.

Na cultura popular, o capim santo tem se destacado como planta medicinal (BOUKHATEM *et al.*, 2014). De acordo com Brasil (2018), enquadra-se na categoria de planta medicinal, toda planta, quer tenha sido cultivada ou não e que seja usada com objetivo

terapêutico e/ou profilático. Firmo *et al.* (2011) ressaltam que apesar do extensivo uso de vegetais com estas características, isto não ocorre com base em conhecimentos científicos, e sim pela credibilidade em informações que são transmitidas oralmente de geração em geração acerca das propriedades medicinais atribuídas ao vegetal. Por outro lado, estes autores chamam a atenção para o considerável aumento de pesquisas no ramo da etnofarmacologia, bem como para o desenvolvimento de técnicas modernas nos campos da farmacologia, da bioquímica e da biologia molecular que têm o intuito de avaliar e certificar os usos das plantas, as quais o conhecimento popular atribui propriedades medicinais.

Na condição de planta medicinal, Costa *et al.* (2005) relatam o uso popular do chá das folhas do *C. citratus* para tratar nervosismo, febre, tosse, dores de cabeça, dores abdominais, dores reumáticas e ainda para tratar alterações digestivas (dispepsia e flatulência). Negrelle e Gomes (2007) fazem alusão ao uso de infusões das folhas do *C. citratus* como antimicrobiano, anti-inflamatório e sedativo. Também sob a forma de infusão, Martins *et al.* (2004) citam o uso deste como sedativo e calmante do sistema nervoso e relatam a existência de estudos comprobatórios da ação efetiva do *C. citratus* como antiespasmódico, analgésico, bactericida, inseticida, inibidor do crescimento de fungos e antimutagênico.

Ainda em Negrelle e Gomes (2007) encontram-se referenciados vários estudos sobre o uso medicinal do capim santo em várias regiões do mundo, como por exemplo, na Índia, para tratar problemas gastrointestinais (ALVES; SOUZA, 1960); na China, como ansiolítico (PEIGEN, 1983); na Nigéria, como antipirético e antiespasmódico (OLANIYI *et al.*, 1975); em Cuba e países da região do Caribe, como analgésico e anti-inflamatório (ORTIZ *et al.*, 2002). Conforme estes autores, também há no Brasil várias pesquisas destacando o uso do *C. citratus* na medicina popular e dentre estas destacam as realizadas por Ramakers *et al.* (1994) no Ceará; Deus (1981) no Pernambuco; Estudo (1976) no Rio Grande do Norte; Agra (1977) e Alencar *et al.* (1994) na Paraíba; Vandenberg (1980) no Mato Grosso; Mattos e Graças (1980) em Brasília; Stellmann e Brandão (1994) em Minas Gerais; Nogueira (1983) em São Paulo; Paviani (1964) no Rio Grande do Sul, nos quais são descritas indicações para o tratamento de resfriados, de problemas digestivos, bem como a sua aplicabilidade como analgésico, antialérgico, diurético e sedativo, dentre outros.

Comercialmente, o óleo essencial do *C. citratus* é utilizado como aromatizante nas indústrias de alimentos (GANJEWALA; LUTHRA. 2010). Tem essa mesma função na elaboração de produtos de limpeza, perfumaria e cosméticos e ainda está presente na indústria

farmacêutica onde entra como matéria-prima para a síntese de compostos como iononas e vitamina A (PRINS *et al.*, 2008).

3.3 Potencial antimicrobiano e fungicida do capim santo

O potencial antimicrobiano e fungicida do capim santo tem sido objeto de estudo de vários pesquisadores ao longo do tempo. Kishore *et al.* (1993) demonstraram a ação do óleo essencial do *C. citratus* frente a diferentes espécies de dermatófitos, dentre outros os *Trichophyton rubrum* e *Microsporum gypseum*. Schuck e colaboradores (2001) testaram a ação antimicrobiana do *C. citratus* no combate a microrganismos como a *Candida albicans*, o *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e os resultados apontaram para um efeito positivo, com destaque para a atividade verificada frente a *Candida albicans*.

Em estudos realizados por Machado *et al.* (2015) ficaram evidenciadas a ação do óleo essencial de capim santo contra *Listeria monocytogenes*, *L. innocua*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Salmonella choleraesuis*. Em pesquisa desenvolvida por Almeida (2016), dentre outras atividades propostas, constava a avaliação da ação antimicrobiana do óleo essencial do *C. citratus* em cepas de *Staphylococcus aureus* e de *Escherichia coli* e, como um dos resultados obtidos, teve-se a confirmação da ação efetiva do óleo em relação a uma das cepas pesquisadas, a *Staphylococcus aureus*.

Ainda, dando enfoque ao potencial antibacteriano e fungicida do *C. citratus*, em estudos avaliando, *in vitro*, a ação antiinflamatória e a atividade antifúngica do óleo essencial da referida planta, Boukhatem *et al.* (2014) concluíram que o referido produto tem potencial neste campo, sugerindo novos estudos no sentido do desenvolvimento de drogas para tratar infecções fúngicas e inflamação da pele.

Em se tratando, especificamente, da atividade para o controle de fungos que acometem plantas e frutos, a literatura dispõe de vários estudos acerca do potencial apresentado pelo capim santo nessa área, a exemplo da pesquisa empreendida por Itako *et al.* (2008), na qual foi avaliada a fungitoxidade de extratos brutos de plantas medicinais, dentre elas, o *C. citratus*, relacionado ao efeito protetor dos mesmos em plantas de tomateiro. Um outro estudo envolvendo extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais, dentre estas o capim santo, com o propósito de inibir a ação de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos de goiaba foi realizado por Rozwalka *et al.* (2008). Souza, Araújo e Nascimento (2007) trabalharam na avaliação da atividade antifúngica de extratos de alho

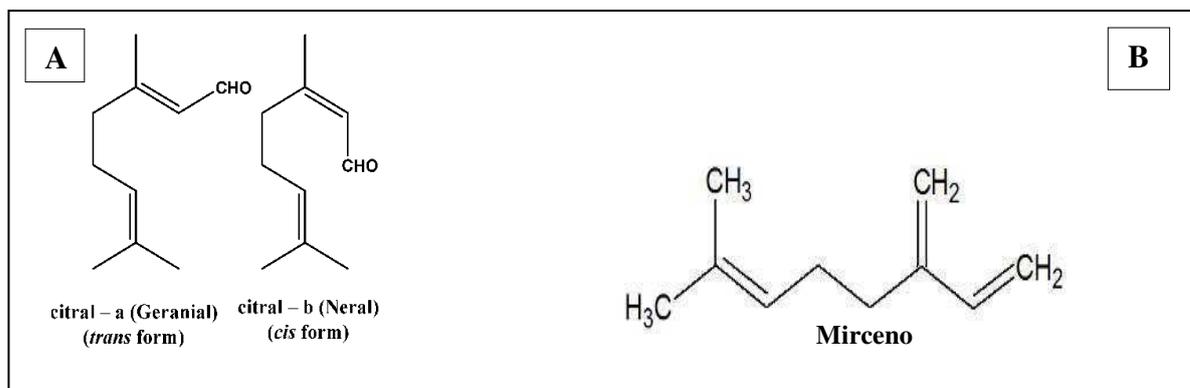
(*Allium sativum* L.) e de capim santo, no controle de *F. proliferatum* em sementes de milho e concluíram que, ambos os extratos, reduziram a taxa de crescimento micelial do referido patógeno, bem como a germinação de esporos e sua proliferação nas sementes de milho.

Dentre o vasto leque de estudos realizados acerca do potencial fungitoxida do *C. citratus* com resultados promissores, encontram-se ainda, pesquisas como a realizada por Lozada (2016) na qual foi avaliado o efeito do óleo essencial do *C. citratus* como alternativa para o controle do fungo *C. gloeosporioides* f. sp. *Cepae* em sementes de cebola; a desenvolvida por Aquino *et al.* (2012) que teve como objeto de estudo a ação fungitóxica do óleo do *C. citratus* no controle da antracnose em frutos de maracujazeiro-amarelo e a efetivada por Carnellosi *et al.* (2009) que avaliaram, *in vitro* e *in vivo*, a atividade antifúngica do capim santo no controle de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão no pós-colheita.

3.4 Principais constituintes químicos do *Cymbopogon citratus*

Estudos realizados por Gbenou *et al.* (2013), com o óleo essencial do capim santo, apontaram como compostos majoritários (Figura 2) para o *C. citratus*, o citral (constituído pela mistura de dois aldeídos o geranial e o neral) e o mirceno. Almeida (2015) também identificou no óleo essencial do capim santo maiores percentuais para o geranial e o neral e, em menores quantidades uma série de outros compostos, dentre eles: o limoneno, o citronelal, o geraniol, o linalol e o acetato de geranila. De acordo com Santos *et al.* (2009), tanto o rendimento quanto a composição química dos óleos essenciais extraídos de vegetais podem ser influenciados, por exemplo, pelas condições agrônômicas as quais o vegetal está submetido e, conforme Costa *et al.* (2005), os teores dos compostos encontrados, também podem ser influenciados pelos métodos utilizados no processo extrativo do óleo essencial.

Figura 2- Estruturas químicas dos compostos majoritários do *C. citratus*



Fonte: (A) PEREIRA *et al.* (2013); (B) SOUZA (2018)

3.5 Extratos vegetais

Extratos vegetais são preparações concentradas, obtidas de matérias-primas vegetais secas, através de processos que envolvem a ação de um solvente, sendo que as partes utilizadas da planta podem ou não terem passado por um tratamento prévio, a exemplo de inativação enzimática, moagem, dentre outros (FOOD INGREDIENTS BRAZIL, 2010). Por meio destas preparações é que é possível a retirada dos compostos denominados de princípios ativos presentes nos vegetais (MARQUES, 2005).

Por sua vez, princípio ativo pode ser definido como sendo a substância ou a mistura de substâncias elaborada pelas plantas, via metabolismo secundário, e que são passíveis de causar respostas positivas ou negativas nos organismos vivos (ABÍLIO, 2011). Ainda, de acordo com esta autora, apresentam-se distribuídos por toda a planta e, portanto, encontrados nas flores, folhas, raízes, sementes, frutos ou cascas e suas concentrações são variáveis, dependendo, por exemplo, do habitat e forma de colheita do vegetal.

Uma observação importante acerca da resposta bioativa de compostos naturais é que esta ação pode não estar relacionada, apenas a um ou outro constituinte de forma isolada, sendo importante se considerar uma ação conjunta destes. Este fato é destacado por Seixas *et al.* (2011), em pesquisa realizada com óleo essencial de capim-citronela, relacionado à inibição do crescimento micelial do *Fusarium subglutinans* pelo composto citronelal, na qual sugerem que a maior efetividade fungistática do óleo pode estar relacionada à interação entre os compostos presentes no mesmo, que ao agirem de forma interativa, podem propiciar melhor resposta inibitória do que a apresentada pelo citronelal de forma isolada.

Segundo Marques (2005), na elaboração de extratos vegetais são utilizados solventes diversos, dentre outros, água, mistura de água e álcool, acetato de etila e acetona, sendo que a mistura do material vegetal com o solvente pode ocorrer seguindo métodos diversos e, os mais comuns são a maceração, a percolação e a turbólise.

Caracterizado como método de extração a frio, a maceração é bastante usada dada a simplicidade de efetivação e custo baixo (SANTOS *et al.*, 2013). De acordo com estes autores, a forma de operacionalização da técnica consiste em colocar o material vegetal em contato direto com o solvente, em recipiente fechado por determinado período de tempo, sem que haja renovação do solvente durante o processo, o que contribui para o não esgotamento da retirada dos princípios ativos presentes no material vegetal, diminuindo a eficiência do método.

Já a percolação é uma técnica de obtenção de extratos, de custo relativamente baixo e, que também, pode ser realizada a frio mediante a colocação do material vegetal em contato direto com o solvente em recipiente adequado, o percolador, de forma que o líquido extrator passe continuamente pelo material, favorecendo a extração máxima dos princípios ativos (SANTOS *et al.*, 2013).

Também realizada a frio, a turbólise consiste num método extrativo no qual as partes da planta são pulverizadas em equipamento específico (liquidificador). No decorrer do processo, os conteúdos celulares são lavados pelo líquido extrator, potencializando a retirada dos princípios ativos. É recomendado para extração de partes mais duras da planta, a exemplo das raízes e do caule (NAVARRO, 2005).

3.6 Óleos essenciais

Os óleos essenciais são misturas complexas, elaboradas por plantas aromáticas via metabolismo secundário e que se caracterizam por serem voláteis e odoríferas (MACHADO; FERNANDES JUNIOR, 2011). Em sua grande maioria são constituídos quimicamente por derivados de fenilpropanóides, que por sua vez são originados do ácido chiquímico ou de terpenóides formados a partir de unidades de isopreno (SIMÕES *et al.*, 2007; LUPE, 2007). Estes mesmos autores ressaltam que, de modo geral, nos óleos essenciais podem ser identificadas características como: aparência oleosa, odor agradável, solubilidade em solventes orgânicos apolares, baixa solubilidade em água, sabor descrito como acre (ácido) e picante, instabilidade se expostos ao ar, luz, calor, umidade e metais, ausência de cor ou leve coloração amarela e volatilidade, sendo esta última, a característica marcante presente nos mesmos.

Os óleos essenciais são, também, extraídos de plantas e a extração segue metodologias diversas e específicas, sendo que na escolha do processo extrativo é importante que seja observado tanto a localização do óleo no vegetal, quanto para qual fim este óleo será utilizado (ABILIO, 2011; SIMÕES *et al.*, 2007).

A alta volatilidade dos óleos essenciais propicia a extração dos mesmos através de processos que empreguem o aumento da temperatura e, por conseguinte, os métodos comumente utilizados para extração destes óleos são a hidrodestilação, método realizado a quente, que utiliza um aparelho do tipo Clevenger; a destilação por arraste de vapor, também realizada a quente, caracterizada por ser operacionalmente simples, produzir óleos de boa

qualidade e não causar danos ao meio ambiente; extração com fluído supercrítico, método no qual os solventes utilizados são gases sob altas pressões (SILVEIRA *et al.*, 2012). Estes autores também descrevem dois outros métodos extrativos de óleo volátil que não recorrem ao aumento de temperatura: a enfloração e a prensagem a frio, metodologias adequadas para a extração de óleos presentes, respectivamente, em pétalas de flores e em frutos cítricos.

3.7 Fungos

Depois dos insetos, os fungos representam o grupo de maior diversidade no planeta e, na condição de decompositores primários da matéria orgânica, são responsáveis pelo trabalho de reciclagem de nutrientes tornando-se organismos indispensáveis ao bom funcionamento e equilíbrio dos ecossistemas (SANTOS, 2015).

Por apresentarem características distintas que os tornam diferentes tanto dos animais como dos vegetais, os fungos foram classificados por Whittaker (1969) em um reino à parte, o reino Fungi, que por sua vez, engloba os filos Chytridiomycota, Neocallimastigomycota, Blastocladiomycota, Microsporida, Glomeromycota, Ascomycota e Basidiomycotae (MORAES; PAES; HOLANDA, 2009). Podem ser definidos como sendo organismos eucariontes, heterótrofos, haplóides e/ou dicarióticos em quase todo o seu ciclo de vida, dotados de parede celular a base de quitina e que geralmente se reproduzem por esporos (SANTOS, 2015).

Encontrados em quase todos os ambientes do planeta, na água, no ar, no solo etc., podem apresentar-se em estruturas extremamente pequenas só observáveis através de microscópio como também em estruturas visíveis a olho nu como no caso dos mofos, bolores, cogumelos, dentre outros. Não possuem clorofila em suas células e, conseqüentemente, não são capazes de realizarem o processo da fotossíntese. Dessa forma, fazem parte do grupo de organismos heterotróficos, alimentando-se através da absorção, via parede e membrana celulares, dos nutrientes disponíveis nos substratos por eles colonizados (MAIA; CARVALHO JUNIOR, 2010).

Os fungos retiram as substâncias indispensáveis à sua alimentação dos substratos que habitam. Como consequência deste fato, biologicamente estes organismos passam a desenvolver interações com outros organismos através de saprofitismo, parasitismo e simbiose e, desta forma, conseguem suprir suas necessidades nutricionais (MORAES; PAES; HOLANDA, 2009).

Para Silva e Coelho (2006), os fungos são organismos eucariontes, unicelulares ou pluricelulares que apresentam células agrupadas em filamentos denominados hifas, sendo que estes filamentos celulares, quando em grandes agrupamentos, são responsáveis pela formação do micélio. Ainda segundo estes autores, nas células dos fungos não são identificadas estruturas como os plastídeos e centríolos, no entanto, observa-se a presença de mitocôndrias, estrutura de Golgi e peroxissomos. Ressaltam que a quitina é o principal constituinte da parede celular e que a membrana celular é formada por ergosterol.

Com relação à reprodução, conforme Maia e Carvalho Junior (2010), o micélio é o responsável pela formação das estruturas assexuadas e/ou sexuadas que vão dar origem aos esporos, os principais responsáveis pela reprodução das espécies fúngicas.

O papel ecológico desempenhado pelos fungos é de relevante importância, uma vez que estes organismos são responsáveis pela degradação dos mais diversos tipos de matéria orgânica transformando-a em elementos que as plantas são capazes de absorver. São importantes também no cenário econômico, estando presentes, dentre outros, no campo da medicina, farmácia, agricultura, alimentação e da fitopatologia (MORAES; PAES; HOLANDA, 2009).

3.8 Fitopatologia

Etiologicamente a palavra fitopatologia tem origem nas palavras gregas “Phyton”, “Pathos” e “Logos” que significam, respectivamente, planta/vegetal, doença e estudo e pode ser definida como a ciência que se preocupa em estudar as doenças que acometem plantas englobando todos os aspectos inerentes à patologia, desde a diagnose até o seu controle (CAROLLO; SANTOS FILHO, 2016). De acordo com estes autores, as doenças de plantas se configuram como um processo, que para se desenvolver, necessitam da presença e da interação entre os seguintes elementos: o hospedeiro (a planta), o agente causador (o patógeno) e o ambiente. São estes elementos que ao interagirem de forma mútua desencadeiam o surgimento de alterações morfológicas e fisiológicas na planta e, como resultado, tem-se o desenvolvimento de processos patológicos.

Assim, podem decorrer da ação de agentes de natureza infecciosa como as causadas por organismos como fungos, bactérias, vírus, protozoários, plantas parasitas, dentre outros e, também de causas não infecciosas e, neste caso, os agentes contribuintes para o surgimento das doenças podem ser as próprias condições físicas do ambiente onde a planta está inserida, a

exemplo da influência das variações de fatores físicos como temperatura, radiação, umidade, deficiência nutricional, dentre outros (KRUGER, 1995). Ainda, de acordo com este autor, a ação dos agentes causadores de doenças em plantas tem como consequência a interferência em atividades fisiológicas do vegetal, afetando o bom desempenho de suas funções vitais, por tornar ineficientes processos como a absorção e transporte de água e nutrientes.

As patologias em vegetais resultam em problemas diversos e significantes que afetam a vida de produtores, de consumidores e da sociedade como um todo, uma vez que os danos provocados pela ação de patógenos podem interferir na rentabilidade da produção, na qualidade dos produtos que chegam à mesa do consumidor, como também podem levar à perda de receitas, seja pela adoção de plantio de culturas ou variedades vegetais de baixa rentabilidade, seja pela necessidade do uso de insumos para controle dos agentes patogênicos, incorrendo em aumento dos custos de produção (BERGAMIN FILHO; KIMATI, 1995).

Na produção agrícola, as doenças podem ter origem no campo, durante o desenvolvimento das culturas, no período de colheita ou no pós-colheita. Independentemente da fase onde elas tenham início, o fato é que se convertem em potenciais prejuízos no ato da comercialização da produção (PARISI; HENRIQUE; PRATI, 2015). Ainda, segundo estes autores, os fungos são os maiores responsáveis pelas doenças surgidas no pós-colheita, contribuindo com um percentual de 80% a 90% na causa destas e, são nos frutos, que em geral apresentam um pH abaixo de 4,5, que estes patógenos encontram ambiente potencialmente propício para se desenvolverem.

Oliveira *et al.* (2015) relacionam uma série de gêneros fúngicos responsáveis por causarem doenças em frutas no pós-colheita e, dentre outros são citados os gêneros: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Lasiodiplodia*, *Mucor*, *Penicillium*, *Phomopsis*, *Phytophthora*, *Rhizopus* e *Colletotrichum*.

3.9 *Colletotrichum gloeosporioides*

De acordo com Menezes (2006), o *Colletotrichum* é considerado um dos mais importantes gêneros de fungos fitopatogênicos presentes em regiões tropicais e subtropicais. É apontado como causador de vários tipos de doenças em espécimes vegetais, a exemplo da antracnose, da podridão de pedúnculo, bem como da varicela em frutíferas como a manga, o abacate e o mamão (SILVA, *et al.*, 2006).

A identificação das diferentes espécies pertencentes a este gênero toma por base características como a morfologia de conídios, coloração apresentada pelas colônias, produção de pigmentos e taxa de crescimento (PIMENTA, 2009).

Taxonomicamente, conforme Kunwar (2018), a espécie *gloeosporioides* apresenta a seguinte classificação: reino Fungi, filo Ascomycota, classe Sordariomycetes, ordem Incertae sedis, família Glomerellaceae e gênero: *Colletotrichum*. Conforme este autor, esta espécie é considerada potencialmente colonizadora de tecidos danificados e senescentes sendo, segundo Pimenta (2009), capaz de sobreviver como saprófita em tecidos mortos (ramos, frutos, dentre outros) e, sobre estes, esporular quando as condições tornam-se favoráveis ao seu desenvolvimento.

Dentre as espécies vegetais, um número considerável de fruteiras é suscetível ao ataque do *C. gloeosporioides*, como o abacate (*Persea americana*), a acerola (*Malpighia emarginata*), a goiaba (*Psidium P.*), o caju (*Anacardium occidentale*), a manga (*Mangifera indica*), o maracujá (*Passiflora edulis*), o mamão (*Carica papaya*) e a maçã (*Malus domestica*) (FERRARI *et al.*, 2011).

Às espécies do gênero *Colletotrichum* são atribuídas responsabilidades pelo aparecimento da antracnose em plantas, doença que pode atingir as mais variadas partes do vegetal como folhas, ramos, flores e frutos. De modo geral, a sintomatologia é evidenciada pela presença de manchas necróticas de coloração escura, queima e queda de flores, podridão e queda de frutos, cancro e secamento de ramos (FERRARI *et al.* 2011). Com relação, especificamente à infecção em frutos, estes autores ressaltam que, embora haja diferença de sintomas, dependendo da espécie afetada geralmente são detectadas, inicialmente, pequenas manchas de formato circular, de coloração marrom a preta, nas quais podem se observar círculos concêntricos com massas de cor alaranjada, nas quais estão presentes os esporos do fungo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Classificação da pesquisa

Quanto à abordagem, de acordo com Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa classifica-se como sendo quantitativa, uma vez que os dados obtidos foram analisados utilizando-se recursos e técnicas estatísticas, e teve caráter qualitativo, na medida em que buscou a compreensão dos fenômenos envolvidos na obtenção destes dados. Com relação à natureza, ainda segundo estes mesmos autores, tratou-se de uma pesquisa aplicada, tendo em vista que o estudo vislumbrou a produção de novos conhecimentos aplicáveis na resolução de problemas já existentes.

Conforme Gil (2002), no tocante aos objetivos, a pesquisa se classificou como sendo de cunho explicativo, uma vez que procurou, através de análises e de interpretações, explicar os fenômenos envolvidos no estudo e, quanto aos procedimentos, tratou-se de uma pesquisa experimental, visto que propôs evidenciar e compreender os fenômenos envolvidos, a partir da observação e do controle de variáveis associadas à ocorrência dos mesmos.

4.2 Localização da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida no município de Cajazeiras, situado a Oeste do Estado da Paraíba, ocupando uma área de 567,5 Km² e distante 465 Km da capital João Pessoa (BRASIL, 2005), com uma população, segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, de 61.776 de habitantes (BRASIL, 2018).

As atividades experimentais foram realizadas nos laboratórios de Química, Biologia e de Microbiologia do Centro de Formação de Professores - CFP da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

4.3 Coleta e identificação da espécie botânica

A matéria prima (folhas de capim santo) utilizada para obtenção dos extratos e do óleo essencial foi obtida entre os meses de setembro e novembro de 2020, na zona urbana do município de Pombal-PB, onde a temperatura média e o índice pluviométrico para os meses supracitados foram, respectivamente, 30,2 °C (CLIMATEMPO, 2020) e 7,23 mm (AESAs,

2020). As folhas foram retiradas de uma única touceira cultivada há cerca de cinco anos, manualmente com o auxílio de uma tesoura e em horário matutino, conforme orientações descritas em Silva *et al.* (2014).

Para identificação do vegetal, um espécime completo com raiz, bulbo e folhas foi coletado, disposto em papel jornal, prensado em prensa de madeira e levado para secagem em estufa com circulação de ar a $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (PEIXOTO; MAIA, 2013). O espécime foi identificado pelo taxonomista Francisco Carlos Pinheiro da Costa e, posteriormente, será enviado para o Herbário Rita Baltazar de Lima, do Centro de Saúde e Tecnologia Rural – CSTR, da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Patos-PB.

4.4 Preparação e secagem das amostras

Em laboratório, o material botânico coletado passou por um processo de seleção para retirada de folhas secas e/ou danificadas e por um processo de limpeza, no qual as folhas foram lavadas em água corrente e em água destilada para retirada de sujidades. Em seguida, o material foi colocado em estufa microprocessada de circulação de ar para secagem à temperatura média de $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, conforme metodologia adaptada de Silva (2013). O tempo de secagem correspondeu ao necessário para que as folhas ficassem com aspecto quebradiço, e isto ocorreu em um tempo médio de 15h.

4.5 Obtenção dos extratos e do óleo essencial

Seguindo metodologia de Torres *et al.* (2002) adaptada por Silva (2017), os extratos aquoso, alcoólico e hidroalcoólico foram elaborados a partir da biomassa seca. Desta forma, as folhas do *C. citratus* foram secas em estufa com circulação de ar, a uma temperatura de $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ até ficarem quebradiças, sendo em seguida trituradas em liquidificador comum. Utilizando-se uma proporção de 1:10 (m/m) entre a matéria vegetal e o solvente, três porções de 20 g da matéria orgânica foram pesados em balança analítica e transferidos para recipientes envoltos em papel alumínio, aos quais foram acrescentados, de acordo com a proporcionalidade pré-estabelecida, os solventes: água destilada, para obtenção do extrato aquoso; uma mistura de álcool etílico e água destilada, na proporção 70/30 para o extrato hidroalcoólico e álcool etílico absoluto 99,7% para o extrato alcoólico.

As misturas (biomassa + solvente) foram agitadas, em agitador magnético por 1:00h e após repouso de 24h sob refrigeração (aproximadamente 14°C), foram filtradas a vácuo e os extratos colocados em estufa de secagem com circulação de ar, a 40 °C ± 2 °C, até se obter um material de aspecto seco ou pastoso. Objetivando uma melhor extração, aos resíduos da primeira filtração foram acrescentadas as mesmas quantidades dos solventes, seguido de agitação, repouso e filtração e este mesmo procedimento foi repetido por mais uma vez.

O óleo essencial foi extraído a partir da matéria vegetal fresca, pelo método de hidrodestilação, com o emprego do aparelho de Clevenger (ABDELLATIF; HASSANI, 2015). No processo foram utilizadas 124 g de folhas, cortadas em pequenos pedaços e colocadas em balão de vidro de 1000 mL, ao qual foi adicionada água destilada até cobrir a matéria vegetal. Após 1h30min de aquecimento contínuo, a uma temperatura de aproximadamente 100 °C, o óleo produzido foi recolhido com o auxílio de uma pipeta de Pasteur, transferido para um vidro âmbar e guardado em refrigerador. O processo extrativo foi repetido até obtenção da quantidade de óleo necessária à realização da pesquisa.

4.6 Cálculo do rendimento dos extratos e do óleo essencial

O rendimento dos extratos foi calculado observando-se a relação massa do extrato e massa seca da amostra, conforme Equação 01, abaixo (SOUSA *et al.*, 2007).

$$Rendimento = \frac{\text{massa}_{\text{extrato}}}{\text{massa}_{\text{amostra seca}}} \times 100 \quad (\text{Eq. 01})$$

Tomando por base metodologia descrita em Braga (2002), o rendimento do óleo essencial foi calculado através da relação entre as variáveis: massa do óleo ($m_{\text{óleo}}$) e massa da amostra úmida (folhas frescas - m_{ff}), segundo a Equação 02:

$$Rd\%(b.u) = \frac{m_{\text{óleo}}}{m_{\text{ff}}} \times 100 \quad (\text{Eq. 02})$$

4.7 Determinação dos compostos bioativos

4.7.1 Clorofilas e Carotenoides Totais

Os teores de clorofilas e carotenoides totais foram determinados seguindo os procedimentos descritos em Lichthenthaler (1987), adaptados por Silva (2017). Desta forma,

para as amostras *in natura* e seca foram macerados, separadamente, 0,05 g de cada amostra juntamente com 0,2 g de carbonato de sódio (CaCO_3) e 5 mL de acetona ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$) a 80%, em ambiente com pouca luz, por 1min. As amostras foram transferidas para tubos de centrífuga envoltos em papel alumínio e centrifugadas a 3000 rpm por 10 min. Em seguida, os sobrenadantes foram colocados em cubetas e levados ao espectrofotômetro, onde foram realizadas as leituras de absorbância nos comprimentos de onda 470, 646 e 663 nm, tendo a solução de acetona 80% como branco. Para os extratos aquoso, hidroalcoólico e alcoólico, a determinação de clorofilas e carotenoides seguiu a mesma metodologia descrita acima, diferindo apenas na quantidade de massa das amostras que foram de 0,05 g, 0,03 g e 0,005 g, respectivamente. As análises foram realizadas em triplicata e com as medidas resultantes da espectrofotometria foram calculados os teores de clorofilas e carotenoides totais através das Equações 03, 04, 05 e 06 apresentadas abaixo.

$$\text{Clorofila } a \text{ (mg/100g)} = [(12,21 \times A_{663} - 2,81 \times A_{646})/\text{massa (g)}] \times 100/1000 \quad (\text{Eq. 03})$$

$$\text{Clorofila } b \text{ (mg/100g)} = [(20,13 \times A_{646} - 5,03 \times A_{663})/\text{massa (g)}] \times 100/1000 \quad (\text{Eq. 04})$$

$$\text{Clorofila total (mg/100g)} = [(17,3 \times A_{646} - 7,18 \times A_{663})/\text{massa (g)}] \times 100/1000 \quad (\text{Eq. 05})$$

$$\text{Carotenoides totais (mg/100g)} = [(1000 \times A_{470} - 1,82Ca - 85,02Cb/198)] \times 100/1000 \quad (\text{Eq. 06})$$

4.7.2 Flavonoides e Antocianinas

Os quantitativos de flavonoides e antocianinas presentes nas amostras foram determinados seguindo método de Francis (1982) adaptado por Silva (2017). Para isto, macerou-se em almofariz, em separado, 0,1 g da matéria *in natura*, 0,02 g da matéria seca, 0,003 g do extrato alcoólico, 0,006 g do extrato hidroalcoólico e 0,01 g do extrato aquoso, em 10 mL de uma solução de etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)/ácido clorídrico (HCl), na proporção 85:15 (v:v), por 1min. em ambiente com pouca luz. Em seguida, as amostras foram colocadas em tubos de centrífuga envoltos em papel alumínio e deixadas em repouso por 24h em refrigerador. Após este período foram centrifugadas por 5min. em rotação de 3000 rpm e filtradas. Uma alíquota de cada amostra foi colocada numa cubeta e levada ao espectrofotômetro onde foram lidas as absorbâncias nos comprimentos de onda de 374 nm (para flavonoides) e de 535 nm (para antocianinas) tendo como branco a solução de etanol/ácido clorídrico. As análises ocorreram

em triplicata e os teores dos compostos foram calculados através das Equações 07 e 08, relacionadas abaixo:

$$\text{Flavonóides (mg/100g)} = (\text{Fd} \times \text{Abs})/76,6 \quad (\text{Eq. 07})$$

$$\text{Antocianinas (mg/100g)} = (\text{Fd} \times \text{Abs})/98,2 \quad (\text{Eq. 08})$$

Nas equações acima,

Abs = Absorbância

Fd = fator de diluição

4.7.3 Compostos Fenólicos Totais

Os compostos fenólicos totais foram determinados nas amostras *in natura*, seca e nos extratos brutos pelo método Folin-Ciocalteu, conforme descrito em Waterhouse (2006). Desta forma, inicialmente foi construída uma curva padrão de ácido gálico, a partir das concentrações (4,5 µg, 9 µg, 13,5 µg, 18 µg e 22,5 µg) do ácido e dos valores de absorbância no comprimento de onda de 765 nm, resultando na equação da reta ($y = 0,0512x + 0,0014$, $R^2 = 0,9992$) utilizada para o cálculo dos compostos fenólicos totais presentes nas amostras.

Quantidades definidas de massas, especificamente, 0,1 g das amostras *in natura* e seca e 0,05 g dos extratos foram maceradas, em separado, adicionando-se água destilada, a exceção do extrato alcoólico que foi macerado em 5 mL de álcool etílico absoluto 99,7%. Os conteúdos das macerações foram transferidos para balões volumétricos de 25 mL e os volumes completados com água destilada. Após repouso de 30min., as soluções foram filtradas e alíquotas de 180 µL das amostras *in natura* e seca e de 135 µL dos extratos foram transferidas para tubos de ensaio e, em seguida, adicionou-se 1.945 µL de água destilada às amostras *in natura* e seca e 1.990 µL aos extratos; 125 µL do reagente Folin Ciocalteu a todas as amostras, seguido de agitação e repouso por 5min. Na sequência adicionou-se, às amostras, 250 µL de carbonato de sódio (20%) realizando-se nova agitação e deixando-as repousar em banho-maria por 30min. a $40 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Após resfriamento foram realizadas as leituras de absorbância em 765nm, contra um branco que consistiu de uma solução de 2.125 µL de água destilada, 125 µL de Folin Ciocalteu e 250 µL de carbonato de sódio (20%). As análises

foram feitas em triplicata e os resultados foram calculados em programa de computador Excel e expressos em mg de EAG (equivalentes de ácido gálico) por 100 g da amostra.

4.8 Avaliação da ação do óleo essencial e dos extratos sobre o desenvolvimento do *C. gloeosporioides*

A avaliação da ação bioativa dos extratos e óleo essencial foi realizada *in vitro* utilizando-se cepa do patógeno 3331 de *Colletotrichum gloeosporioides*, material adquirido da coleção de fungos da Professora Maria Menezes da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

Tendo por base metodologias descritas em Sousa; Serra e Melo (2012) e em Souza Júnior, Sales e Martins (2009), o trabalho *in vitro* seguiu as seguintes etapas:

- O fungo (*C. gloeosporioides*) foi repicado em meio de cultura Batata Dextrose Ágar (BDA) e mantido em estufa tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D), a uma temperatura de 25 °C ± 2 °C, por um período de 10 dias, quando foi verificado desenvolvimento satisfatório das colônias.
- Meios de cultura (BDA) foram preparados, autoclavados e levados para uma câmara de fluxo laminar onde foram adicionados, separadamente, os extratos nas concentrações de 0,5%, 1,0%, 1,5% e 2,0%, diluídos em tween 80 e o óleo essencial, nas concentrações de 0,1%, 0,25%, 0,5% e 1,0%, que corresponderam a 100µL/100mL, 250µL/100mL, 500µL/100mL e 1000 µL/100mL, respectivamente. Em seguida, os meios de cultura fundentes, adicionados dos extratos e do óleo, foram vertidos em placas de Petri de 80 mm de diâmetro.
- Microdiscos de micélios ativos do fungo, repicado anteriormente, medindo (8 mm) foram retirados das bordas das placas e introduzidos, de forma invertida, no centro de cada placa de Petri com os meios de cultura, previamente preparados com as concentrações dos extratos e do óleo essencial. Nesta etapa também foram preparadas placas de Petri contendo apenas o meio de cultura BDA e o fitopatógeno, para efeito de controle ou parâmetro de crescimento das colônias.
- Todas as placas foram identificadas, envolvidas em plástico filme e levadas para incubação em estufa B.O.D, a uma temperatura de 25 °C ± 2 °C.
- Após 24 horas de incubação, o crescimento micelial passou a ser avaliado diariamente, por meio de medidas do diâmetro das colônias. Este diâmetro correspondeu à média de duas medidas perpendiculares entre si, realizadas com régua milimetrada. As medições ocorreram

num intervalo de 7 (sete) dias, quando foi constatado que placas do controle já estavam completamente tomadas pelo fungo.

- Com as medidas, oriundas da etapa anterior, os percentuais de inibição de crescimento micelial (PIC) e o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) foram calculados, respectivamente, pelas Equações 09 (PEREIRA *et al.*, 2002) e 10 (OLIVEIRA, 1991) apresentadas abaixo:

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

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

4.9 Análise estatística dos dados

Seguindo um delineamento experimental casualizado com três repetições, os resultados obtidos para os rendimentos dos extratos e do óleo essencial, bem como para os teores dos compostos bioativos determinados foram analisados, estatisticamente, pela comparação de médias, em conformidade com o teste de Tukey, com relevância ao nível de 5% de probabilidade (VIEIRA, 2006 apud SEGTOEWICK *et al.*, 2013) e processados utilizando-se o programa de computador Assisat (SILVA; AZEVEDO, 2009 apud SEGTOEWICK *et al.*, 2013).

O efeito das concentrações dos extratos e do óleo essencial sobre a porcentagem de inibição de crescimento (PIC) e o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) foi investigado utilizando-se análises de regressão no modelo quadrático. A significância de cada termo das equações geradas foi testada através do Teste T, enquanto que a significância da equação como um todo foi verificada através do Teste F. O ajuste dos modelos foi avaliado pelo coeficiente de determinação R². Os programas utilizados nas análises foram o R 4.0.2 e o Past 3.20 e os gráficos elaborados no Microsoft Excel.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa foram expostos em forma de artigo científico que será, posteriormente, submetido para publicação em periódico.

Bioatividade de Extratos e Óleo Essencial de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf frente ao Fitopatógeno *Colletotrichum gloeosporioides*

Maria Alcantara dos Santos^{1,*}; Everton Vieira da Silva¹ e Antonio Fernandes Filho¹

¹Centro de Formação de Professores, Universidade Federal de Campina Grande (CFP/UFCG)
Rua Sérgio Moreira de Figueiredo s/n, Cajazeiras PB 58900-000, Brazil;
evertonquimica@hotmail.com (E.V.S.); fernandesfilho_04@hotmail.com (A.F.F)

* Correspondência: maralca@gmail.com

RESUMO: O uso de defensivos agrícolas sintéticos no controle de pragas em plantas acarreta prejuízos ao meio ambiente e à saúde humana. Contraopondo-se a esta realidade, o uso de produtos naturais, a exemplo dos extratos vegetais, tem despontado como uma alternativa viável no controle de fitopatógenos. Assim, este estudo objetivou avaliar a ação bioativa do óleo essencial e de extratos brutos do capim santo sobre o desenvolvimento micelial do fitopatógeno *C. gloeosporioides*. Para isto, realizou-se a determinação dos teores de clorofilas, carotenoides, flavonoides, antocianinas e compostos fenólicos totais nos extratos brutos. Para a análise *in vitro*, o meio de cultura BDA incorporado do óleo e dos extratos, em quatro concentrações definidas, foi vertido em placas de Petri com cinco repetições para cada tratamento. Microdiscos de *C. gloeosporioides* foram inoculados no centro das placas e incubados em câmara tipo B.O.D, a 25 °C ± 2 °C. Medições diárias do crescimento das colônias foram realizadas por sete dias e os resultados foram determinados calculando-se a Porcentagem de Inibição de Crescimento micelial (PIC) e o Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM). Nesta pesquisa, observou-se que os melhores resultados foram alcançados pelo óleo essencial na concentração de 0,25% (250 µL.100 ml⁻¹ do meio) e pelo extrato aquoso na concentração de 1%, visto que apresentaram as maiores médias de PIC: 100% e 87%, e as maiores reduções no IVCM: 0 e 0,11 cm dia⁻¹, respectivamente, seguidos do extrato alcoólico com PIC máximo de 23,5% e IVCM mínimo de 0,68 cm dia⁻¹, na concentração de 1,5%. Desse modo, estes resultados apontam para a presença de compostos biologicamente ativos nos produtos derivados do *C. citratus* analisados, com ação efetiva sobre o crescimento micelial do fitopatógeno *C. gloeosporioides*.

Palavras-chave: capim santo; produtos naturais; bioatividade; fitopatógeno.

ABSTRACT

Bioactivity of extracts and essential oil of *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf against the pathogen *Colletotrichum gloeosporioides*

The use of synthetic pesticides to control pests in plants causes damage to the environment and human health. Opposed to this reality, the use of natural products, such as plant extracts, has emerged as a viable alternative in the control of phytopathogens. Thus, this study aimed to evaluate the bioactive action of essential oil and crude extracts of holy grass (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) on the mycelial development of the *C. gloeosporioides* phytopathogen. For the study, the content of chlorophylls, carotenoids, flavonoids, anthocyanins and total phenolic compounds in the crude extracts was determined. For in vitro analysis, the PDA culture medium incorporated in the oil and extracts, in four defined concentrations, was poured into Petri dishes with five replicates for each treatment. Micro disks of *C. gloeosporioides* were inoculated in the center of the dishes and incubated in a BOD incubator at $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Colony growth measurements were taken daily for seven days and the results were determined by calculating the Percentage Inhibition (PI) of mycelial growth and the Mycelial Growth Speed Index (MGSI). It was observed that the best results were obtained by the essential oil in the concentration of 0.25% (250 μL .100 ml^{-1} of the medium) and by the aqueous extract in the concentration of 1%, since they presented the highest averages of PI (100% and 87%) and the greatest reductions in the MGSI (0 and 0.11 cm day^{-1}), respectively, followed by alcoholic extract with a maximum PI of 23.5% and MGSI minimum of 0.68 cm day^{-1} , at a concentration of 1.5%. Thus, the results indicate the presence of biologically active compounds in the products derived from *C. citratus* analyzed with effective action on the mycelial growth of the phytopathogen *C. gloeosporioides*.

Keywords: holy grass; natural products; bioactivity; phytopathogen.

1. Introdução

O capim santo (*C. citratus*) é uma herbácea pertencente à família das Poaceae, que cresce de forma aglomerada em touceiras, com folhas longas e estreitas de aspecto áspero ao tato, de bordo liso e cortante e que exalam cheiro característico de limão, sendo que a presença de flores é rara e, quando estas ocorrem, são estéreis levando os novos plantios a serem realizados por perfilhos (EPAGRI, 2004; LORENZI; MATOS, 2008).

O *C. citratus* é uma erva perene de origem asiática e subespontânea em países tropicais (CARVALHO *et al.*, 2005). Popularmente é conhecido por diversos nomes de acordo com a região de ocorrência. Assim, por exemplo, em Minas Gerais é capim-limão, em São Paulo é erva-cidreira, e na Bahia é capim-santo (COSTA *et al.*, 2005). É um vegetal que apresenta sensibilidade à estiagem e às geadas, podendo se desenvolver naturalmente em regiões tropicais e subtropicais úmidas e, embora seja facilmente adaptável a vários tipos de solos, é em ambiente constituído por solo arenoso e com bom teor de umidade, onde melhor se desenvolve (EPAGRI, 2004).

Na medicina popular, onde tem larga aplicabilidade, as infusões das folhas de capim santo têm sido utilizadas para tratar febre, tosse, dores de cabeça, dores abdominais, dores reumáticas e alterações digestivas (dispepsia e flatulência) (COSTA *et al.* 2005). As infusões também são usadas como sedativo e calmante do sistema nervoso (MARTINS *et al.* 2004).

De acordo com Kouame *et al.* (2016), as propriedades terapêuticas atribuídas ao capim santo são de responsabilidade dos compostos químicos presentes em sua constituição, a exemplo do citral, β -mirceno, limoneno e geraniol, dentre outros. Estudos de caracterização química realizados com o óleo essencial do *C. Citratus* por Gbenou *et al.* (2013) e Brito *et al.* (2011) apontaram o citral (mistura dos aldeídos monoterpênicos estereoisômero, trans geranial e cis neral) e o mirceno como sendo os constituintes químicos encontrados em maiores percentuais.

Em decorrência da detecção de compostos com atividade biológica no *C. citratus*, vários estudos têm sido empreendidos buscando evidenciar o seu potencial fungicida, a exemplo de pesquisa realizada por Souza, Araújo e Nascimento (2007) com extratos de alho (*Allium sativum* L.) e de capim santo resultando na constatação de que estes extratos foram capazes de reduzir a taxa de crescimento micelial do *F. proliferatum* em sementes de milho. Em outra pesquisa, o efeito do óleo essencial do *C. citratus* também foi avaliado como

alternativa para o controle do fungo *C. gloeosporioides* f. sp. *Cepae* em sementes de cebola, em trabalho realizado por Lozada (2016).

As espécies fúngicas pertencentes ao gênero *Colletotrichum* são causadoras da antracnose em plantas, doença que pode afetar várias partes da planta como folhas, ramos, flores e frutos. Geralmente, o vegetal acometido por esta doença apresenta manchas necróticas de coloração escura, queima e queda de flores, podridão e queda de frutos, cancro e secamento de ramos (FERRARI *et al.* 2011). Estes autores destacam que várias espécies de fruteiras são suscetíveis ao ataque da espécie *gloeosporioides*, citando como exemplos o abacate (*Persea americana*), a acerola (*Malpighia emarginata*), a goiaba (*Psidium P.*), o caju (*Anacardium occidentale*), a manga (*Mangifera indica*), o maracujá (*Passiflora edulis*), o mamão (*Carica papaya*) e a maçã (*Malus domestica*).

De acordo com Parisi, Henrique e Prati (2015), os fungos são os maiores responsáveis pelas doenças surgidas no pós-colheita, contribuindo com 80% a 90% na causa destas, sendo nos frutos, que em geral apresentam um pH abaixo de 4,5, que estes patógenos encontram ambiente potencialmente propício para se desenvolverem. Observam também que na produção agrícola, as doenças em plantas podem ter origem no campo, durante o desenvolvimento das culturas, no período de colheita ou no pós-colheita e que, independentemente da fase onde elas tenham início, traz como consequência potenciais prejuízos no ato da comercialização da produção.

O controle de doenças nas culturas agrícolas ainda é comumente feito através do uso de produtos químicos que provocam danos na qualidade dos alimentos (SANTOS; SILVA, 2015), e conforme Belchior *et al.* (2014), estes produtos também são causadores de sérios problemas ao meio ambiente e à saúde humana. Contrapondo-se a esta realidade tem surgido metodologias alternativas que usam substâncias obtidas de produtos naturais, a exemplo dos extratos vegetais, potencialmente capazes de induzir resistência aos vegetais frente ao ataque de fungos ou bactérias (SOUSA; SERRA; MELO, 2012). Mediante o exposto e considerando a existência de fatores que podem influenciar na composição química dos produtos extraídos de plantas, a exemplo da genética e das condições agronômicas, que em consequência também podem interferir nos resultados relacionados à atividade destes produtos sobre microorganismos, o objetivo deste trabalho foi avaliar a ação bioativa do óleo essencial e de extratos brutos do capim santo sobre o desenvolvimento micelial do fitopatógeno *C. gloeosporioides*.

2. Material e métodos

2.1. Aquisição da matéria prima e local da pesquisa

A coleta da matéria prima utilizada na pesquisa (folhas de capim santo) ocorreu entre os meses de setembro e novembro de 2020, na zona urbana do município de Pombal-PB, onde a temperatura média e o índice pluviométrico para os meses supracitados foram, respectivamente, 30,2 °C (CLIMATEMPO, 2020) e 7,23 mm (AESAs, 2020). As folhas foram retiradas de uma única touceira de capim santo cultivada há cerca de cinco anos e, conforme descrição de Silva *et al.* (2014), a coleta foi realizada em horário matutino, de forma manual, com o auxílio de uma tesoura. Para identificação do vegetal, um espécime completo, isto é, com raiz, bulbo e folhas foi coletado, colocado em prensa de madeira e secado em estufa com circulação de ar a 40 °C ± 2 °C (PEIXOTO; MAIA, 2013). O espécime foi identificado pelo taxonomista Francisco Carlos Pinheiro da Costa e, posteriormente, será enviado para o Herbário Rita Baltazar de Lima, do Centro de Saúde e Tecnologia Rural – CSTR, da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Patos-PB.

A pesquisa foi desenvolvida no município de Cajazeiras-PB, especificamente, nas dependências dos laboratórios de Química, Biologia e de Microbiologia do Centro de Formação de Professores – CFP, da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.

2.2. Preparação e secagem do material botânico

Em laboratório, o material botânico coletado passou por um processo de seleção para retirada das folhas secas e/ou danificadas e por um processo de limpeza que consistiu na lavagem das folhas em água corrente e em água destilada para retirada de possíveis sujidades. Em seguida, o material foi colocado em estufa com circulação de ar para secagem à temperatura média de 40 °C ± 2 °C (SILVA, 2013). O tempo de secagem foi definido como sendo o necessário para que as folhas apresentassem aspecto quebradiço, e isto ocorreu em um tempo médio de 15h.

2.3. Obtenção e determinação do rendimento do óleo essencial e dos extratos brutos

O óleo essencial foi extraído a partir da matéria vegetal fresca, pelo método de hidrodestilação, com o emprego do aparelho de Clevenger (ABDELLATIF; HASSANI,

2015). No processo, 124 g de folhas foram picadas e colocadas em balão de vidro de 1000 mL, ao qual foi adicionada água destilada até cobrir a matéria vegetal. Após 1h30min de aquecimento contínuo, a temperatura de aproximadamente 100 °C, o óleo produzido foi recolhido com uma pipeta de Pasteur, transferido para um vidro âmbar e guardado em refrigerador. O rendimento foi determinado pela relação entre a massa do óleo produzido e massa das folhas frescas utilizadas (BRAGA, 2002).

Seguindo metodologia de Torres *et al.* (2002) adaptada por Silva (2017), os extratos brutos foram obtidos a partir da biomassa seca triturada em liquidificador comum, utilizando-se uma proporção de 1:10 (m/m) entre a matéria vegetal e o solvente. Desta forma, três porções de 20 g da matéria orgânica foram pesadas, colocadas em recipientes envoltos em papel alumínio aos quais foram adicionados, conforme a proporcionalidade pré-definida, os solventes: álcool etílico absoluto (extração alcoólica), água destilada (extração aquosa) e uma mistura etanol/água (70/30) para a extração hidroalcoólica. As misturas foram agitadas por 1h e deixadas em repouso por 24h em refrigerador. Em seguida foram filtradas a vácuo e os extratos levados para secagem em estufa com circulação de ar, a 40 °C ± 2 °C, até se obter um material de aspecto seco ou pastoso. O rendimento foi calculado observando-se a relação massa do extrato e massa seca da amostra, conforme Sousa *et al.* (2007).

2.4. Determinação dos compostos bioativos

2.4.1. Clorofilas e Carotenoides Totais

Os teores de clorofilas e carotenoides totais foram determinados seguindo os procedimentos descritos em Lichthenthaler (1987), adaptados por Silva (2017). Desta forma, amostras da matéria *in natura*, seca e dos extratos foram maceradas, em separado, juntamente com acetona a 80% e carbonato de cálcio sólido, centrifugadas e levadas para o espectrofotômetro, onde foram realizadas leituras de absorbância nos comprimentos de onda 470, 646 e 663 nm.

2.4.2. Flavonoides e Antocianinas

Os quantitativos de flavonoides e antocianinas presentes nas amostras foram determinados seguindo método de Francis (1982) adaptado por Silva (2017). Para isto,

macerou-se em almofariz, em separado, amostras do material botânico *in natura*, seco e dos extratos em solução de etanol/ácido clorídrico na proporção 85:15 (v:v). Após repouso de 24h em refrigerador, as amostras foram centrifugadas e alíquotas levadas ao espectrofotômetro onde realizou-se leituras de absorbância nos comprimentos de onda 374 nm (para flavonoides) e 535 nm (para antocianinas).

2.4.3 Compostos Fenólicos Totais

Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método Folin-Ciocalteu, conforme descrito em Waterhouse (2006). A partir de concentrações de ácido gálico, que variaram de 4,5 a 22,5 µg/mL, foi construída uma curva padrão que resultou na equação ($y = 0,0512x + 0,0014$, $R^2 = 0,9992$) utilizada para o cálculo dos compostos fenólicos totais presentes nas amostras. As análises foram feitas utilizando-se alíquotas de 180 µL de soluções aquosas 0,4% das amostras *in natura* e seca e de alíquotas de 135 µL de soluções aquosas 0,02% dos extratos hidroalcoólico e aquoso. A solução do extrato alcoólico foi preparada diluindo-se o extrato em etanol P.A e completando-se o volume com água destilada, entretanto, a concentração da solução foi igual a dos demais extratos. Às alíquotas das amostras foram acrescentados o reagente de Folin-Ciocalteu e carbonato de sódio a 20% e, após descanso de 30 min. em banho-maria a 40 °C, foram realizadas leituras de absorbância em 765 nm. Os resultados foram calculados em programa de computador Excel e expressos em mgEAG/100g da amostra.

Todos os processos de análises, para determinação dos teores dos compostos bioativos nas amostras, foram realizados ao abrigo da luz e, visando maior confiabilidade nos dados obtidos, ocorreram em triplicata, sendo os resultados correspondentes à média entre os eventos.

2.5. Aquisição, repicagem do fitopatógeno e procedimento experimental *in vitro*

O patógeno utilizado neste estudo foi adquirido da coleção de fungos da Professora Maria Menezes da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, especificamente cepa do 3331 de *Colletotrichum gloeosporioides*.

Para repicagem do patógeno, microdiscos micelianos do *C. gloeosporioides* foram depositados em placas de Petri contendo meio de cultura Batata Dextrose Ágar (BDA),

previamente autoclavado, e mantidos em estufa tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D), a uma temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, por um período de 10 dias, quando foi verificado desenvolvimento satisfatório das colônias fúngicas (SOUSA; SERRA; MELO, 2012; SOUZA JÚNIOR; SALES; MARTINS, 2009).

Para a realização do trabalho *in vitro*, os extratos brutos nas concentrações: 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%, dissolvidos em tween 80, e o óleo essencial nas concentrações: 0,1; 0,25; 0,5 e 1,0%, correspondentes, respectivamente, a 100, 250, 500 e 1000 μL foram adicionados, em separado, ao meio de cultura BDA, previamente autoclavado, que em seguida foi vertido em placas de Petri com 8 cm de diâmetro. No centro de cada placa foi inoculado um microdisco (8 mm) do fungo anteriormente repicado, com cinco repetições para cada tratamento. Nesta etapa também foram preparadas placas controle contendo apenas o meio BDA e o fungo. As placas, envoltas em filme plástico, foram transferidas para uma câmara B.O.D a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e após 24h de incubação, o crescimento das colônias passou a ser dimensionado, diariamente, pela realização de duas medidas perpendiculares entre si feitas com régua milimetrada, por um período de sete dias (SOUSA; SERRA; MELO, 2012; SOUZA JÚNIOR; SALES; MARTINS, 2009). Os resultados, em cada tratamento, foram determinados calculando-se a Porcentagem de Inibição de Crescimento micelial - PIC (PEREIRA *et al.*, 2002) e o Índice de Velocidade de Crescimento Micelial - IVCM (OLIVEIRA, 1991).

2.6. Análise estatística dos dados obtidos

Seguindo um delineamento experimental casualizado com três repetições, os resultados obtidos para os rendimentos dos extratos e do óleo essencial, bem como para os teores dos compostos bioativos determinados, foram analisados pela comparação de médias, em conformidade com o teste de Tukey, com relevância ao nível de 5% de probabilidade (VIEIRA, 2006 apud SEGTOEWICK *et al.*, 2013) e processados utilizando-se o programa de computador Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2009 apud SEGTOEWICK *et al.*, 2013).

O efeito das concentrações dos extratos e do óleo essencial sobre a porcentagem de inibição de crescimento (PIC) e o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) foi investigado utilizando-se análises de regressão no modelo quadrático. A significância de cada termo das equações geradas foi testada através do Teste T, enquanto que a significância da equação como um todo foi verificada através do Teste F. O ajuste dos modelos foi avaliado pelo coeficiente de determinação R^2 . Os programas utilizados nas análises foram o R 4.0.2 e o Past 3.20 e os gráficos elaborados no Microsoft Excel.

3. Resultados e discussão

3.1. Rendimentos do óleo essencial e dos extratos brutos do capim santo

Conforme dados apresentados na Tabela 1, a média de rendimento mais baixa foi determinada para o óleo essencial e, entre os extratos brutos, o extrato hidroalcoólico apresentou a maior média, o que demonstra que a solução extratora hidroalcoólica foi a mais eficiente, fato este que pode ser atribuído à sua capacidade de extrair tanto compostos mais polares quanto compostos menos polares (CHAICOUSKI *et al.*, 2014). O rendimento obtido neste estudo para o extrato hidroalcoólico foi superior ao percentual de 14,4% obtido por Oliveira *et al.* (2019) para o mesmo tipo de extrato; com relação ao extrato aquoso, o percentual determinado foi inferior ao verificado por Sousa (2016) – 18,4% e para o extrato alcoólico, o rendimento observado de 14,58% foi consideravelmente superior aos determinados por Gomes *et al.* (2011) - 1,39% e por Pereira e Silva (2019) – 8,57%, para o mesmo tipo de extrato de capim santo. Com relação ao rendimento obtido para o óleo essencial extraído, o percentual determinado assemelha-se aos detectados por Almeida (2016) – 0,39% e Lima *et al.* (2016) – 0,34%, porém difere dos percentuais de 2,5% e 2,4% verificados por Furlan *et al.* (2010) em duas amostras de capim santo, provenientes de locais diferentes.

As diferenças verificadas entre os rendimentos obtidos para os produtos extraídos do *C. citratus* nesta pesquisa e os determinados em outros estudos para os mesmos produtos analisados podem ser explicadas por fatores que podem influenciar a quantidade de compostos bioativos produzidos pelo vegetal, como a idade da planta, as condições ambientais às quais a planta está submetida e a época da colheita (SANTOS *et al.* 2009). Outro fator de relevante importância na variação destes valores apontados por Costa *et al.* (2005) é o método extrativo utilizado.

Tabela 1 – Rendimentos dos extratos brutos e do óleo essencial

Amostras*	Rendimento (%)
Aquoso	15,6833 ^a ± 2,6005
Hidroalcoólico	16,59 ^a ± 1,3023
Alcoólico	14,58 ^a ± 1,70,23
Óleo essencial	0,39 ^b ± 0,0707

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.2. Teores dos compostos bioativos

3.2.1. Clorofilas e Carotenoides

As clorofilas e carotenoides são pigmentos fotoquímicos envolvidos no processo de realização da fotossíntese (STREIT *et al.*, 2005). Neste estudo, conforme Tabela 2, no extrato alcoólico foram determinados os maiores teores de clorofila **a** e **total** e as maiores médias de clorofila **b** e de carotenoides foram detectadas nas amostras seca e *in natura*, respectivamente. Estes resultados diferem dos obtidos por Lins *et al.* (2015), que analisando amostra *in natura* de capim santo detectaram teores mais baixos para clorofilas **a** e **b** (3,68 mg/100g e 1,38 mg/100g, respectivamente) e valor superior para os carotenoides (0,96 mg/100g). Resultados divergentes também foram obtidos por Pereira e Silva (2019) em análise de extratos brutos de capim santo. Estes autores detectaram para o extrato aquoso valores superiores de clorofilas **a** (82,54 mg/100g) e **b** (27,26 mg/100g) e de carotenoides (0,333 mg/100g) e também identificaram teores superiores destes compostos no extrato hidroalcoólico: 100,09 mg/100g, 34,04 mg/100g e 0,347 mg/100g, respectivamente. Já para o extrato alcoólico, os teores de clorofila **b** (40,41 mg/100g) e de carotenoides (0,350 mg/100g), também foram mais elevados, porém para a clorofila **a** o teor de 121,30 mg/100g detectado foi inferior ao verificado neste trabalho.

Tabela 2 – Teores de Clorofilas e Carotenoides

Amostras*	Clorofila A (mg/100g)	Clorofila B (mg/100g)	Clorofila T (mg/100g)	Carotenoides (mg/100g)
In natura	13,3131 ^c ± 1,2373	2,6677 ^c ± 0,3731	15,9723 ^c ± 1,6053	0,1740 ^a ± 0,0133
Seca	15,6459 ^c ± 0,7799	5,6468 ^a ± 0,2519	21,2800 ^c ± 1,0313	0,0965 ^b ± 0,0088
Aquoso	2,0925 ^d ± 0,9153	1,6931 ^d ± 0,1636	4,0571 ^d ± 0,7521	0,0686 ^b ± 0,0028
Hidro	31,3077 ^b ± 2,9047	3,7952 ^b ± 0,0635	35,0853 ^b ± 2,9361	0,1695 ^a ± 0,0226
Alcoólico	187,2550 ^a ± 5,1880	2,0286 ^{cd} ± 0,4837	189,7799 ^a ± 6,2085	0,0967 ^b ± 0,0300

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.2. Flavonoides e Antocianinas

Pertencentes ao grupo dos polifenóis, os flavonoides são substâncias encontradas em plantas, nas quais desempenham diversas funções biológicas como proteção contra radiação

ultravioleta e ataques de fitopatógenos (FERREYRA *et al.*, 2012). Na presente pesquisa foram determinados os conteúdos de flavonoides e antocianinas em amostras de capim santo e de seus extratos brutos e os maiores teores destes compostos foram verificados nos extratos hidroalcoólico e alcoólico, respectivamente, conforme Tabela 3.

A quantificação dos teores de flavonoides neste estudo revelaram valores expressivamente superiores aos verificados por Lins *et al.* (2015) em amostra *in natura* de *C. citratus*, (7,17 mg/100g), assim como também foram superiores aos teores verificados por Pereira e Silva (2019) em análise dos extratos aquoso (262,87 mg/100g), hidroalcoólico (318,23 mg/100g) e alcoólico (375,14 mg/100g) de capim santo. Estes autores também analisaram o teor de antocianinas e detectaram valores mais elevados desses compostos na amostra *in natura* (15,85 mg/100g), no extrato aquoso (85,17 mg/100g) e no extrato hidroalcoólico (109,65 mg/100g) e conteúdos inferiores na amostra seca (18,79 mg/100g) e no extrato alcoólico (125,87 mg/100g), em comparação aos encontrados neste trabalho para amostras correspondentes. Embora divergentes em percentuais, as duas pesquisas coincidem na ordem de crescimento do teor de antocianinas nas amostras analisadas: *in natura* < seca < extrato aquoso < extrato hidroalcoólico < extrato alcoólico.

Tabela 3 – Teores de Flavonoides e Antocianinas

Amostras*	Flavonoides (mg/100g)	Antocianinas (mg/100g)
In natura	117,7451 ^e ± 13,4908	10,0077 ^d ± 1,2563
Seca	615,7798 ^d ± 16,3382	35,9938 ^c ± 3,2228
Aquoso	1309,0320 ^c ± 53,4448	36,6153 ^c ± 1,0230
Hidroalcoólico	2697,3485 ^a ± 38,0968	101,8329 ^b ± 2,8559
Alcoólico	2562,5049 ^b ± 23,7772	338,4187 ^a ± 8,1649

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.2.3. Compostos Fenólicos Totais

Os compostos fenólicos fazem parte da grande diversidade de produtos secundários produzidos pelas plantas e dentre as diversas funções biológicas que estes compostos desempenham, destaca-se a de proteger a planta de infecções e agressões de micro-organismos (SILVA, 2012). Neste estudo foram quantificados os teores de compostos fenólicos em amostras de capim santo e seus extratos e, de acordo com os dados apresentados

na Tabela 4, as médias determinadas em todas as amostras analisadas apresentaram diferenças significativas entre si, sendo a maior média verificada para o extrato alcoólico.

Comparando-se os teores de compostos fenólicos totais detectados, com resultados obtidos em outros estudos para derivados do *C. citratus*, observa-se que estes foram superiores aos 123,63 e 186,24 mgEAG/100g determinados, respectivamente, em amostra *in natura* e seca por Pereira e Silva (2019); aos 702 mgEAG/100 mL e 299 mgEAG/100 mL obtidos por Queiroz *et al.* (2014) em extrato aquoso e extrato etanólico, respectivamente. Por outro lado, trabalhando com extrato aquoso obtido por infusão de amostra seca de *C. citratus*, Port's (2011) chegou ao teor de 2.704 mgEAG/100g para fenólicos totais, valor este superior ao determinado neste estudo. Conteúdo de fenólicos bem mais elevado também foi verificado por Boeira *et al.* (2018) que obtiveram 14.142 mgEAG/100g em extrato hidroalcoólico de capim santo elaborado com álcool de cereais (70%), a temperatura de 20 °C.

Tabela 4 – Teores de Fenólicos Totais

Amostras*	Fenólicos (mgEAG/100g)
In natura	629,7267 ^e ± 30,8172
Seca	1765,2897 ^d ± 152,9850
Aquoso	2628,5624 ^c ± 114,8181
Hidroalcoólico	4741,6671 ^b ± 198,5316
Alcoólico	5145,0607 ^a ± 129,7722

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

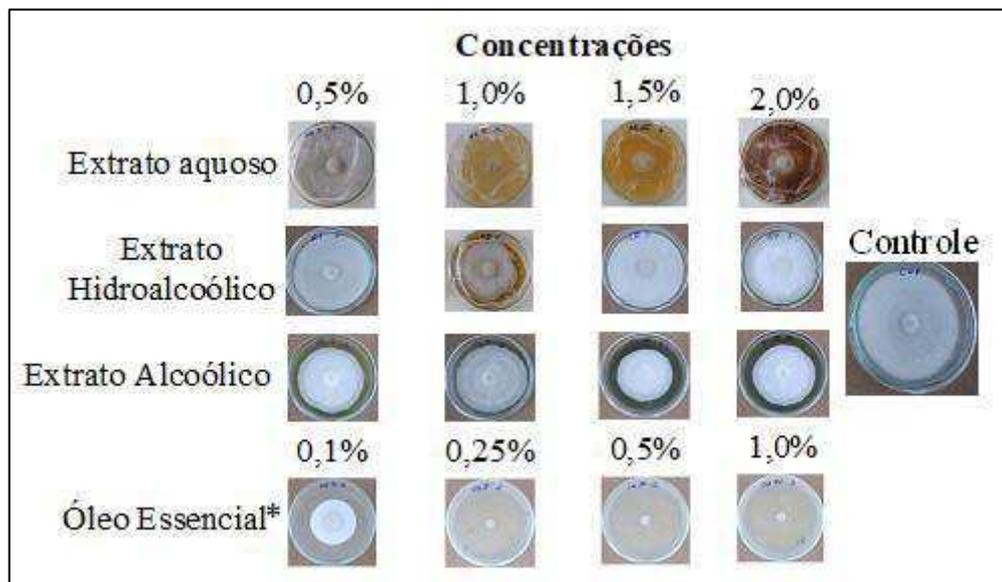
*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As discrepâncias observadas entre os teores de clorofilas, carotenoides, flavonoides, antocianinas e compostos fenólicos totais nas diferentes pesquisas citadas, incluindo neste estudo, podem ter explicações em fatores capazes de provocarem alterações na quantidade e qualidade dos compostos bioativos produzidos pelas plantas, a exemplo da genética do vegetal, tipo de solo no qual o mesmo foi cultivado, temperatura, luminosidade, época de plantio, adubação, sombreamento, época da colheita, processo de secagem e armazenamento (MING, 1994). Outros fatores de relevância, que devem ser considerados, são os métodos extrativos adotados para a elaboração dos extratos e as concentrações das amostras analisadas (SILVA *et al.*, 2017).

3.3. Avaliação “in vitro” do desenvolvimento micelial do *C. gloeosporioides*

O estágio de crescimento alcançado pelas colônias fúngicas do *C. gloeosporioides*, nos diferentes tratamentos e concentrações, comparando-se ao controle, pode ser observado no registro fotográfico das placas de Petri (Figura 3), nas quais as colônias fúngicas se desenvolveram por um período de sete dias de incubação.

Figura 3 - Desenvolvimento micelial do *C. gloeosporioides* nas diferentes concentrações dos tratamentos em meio BDA

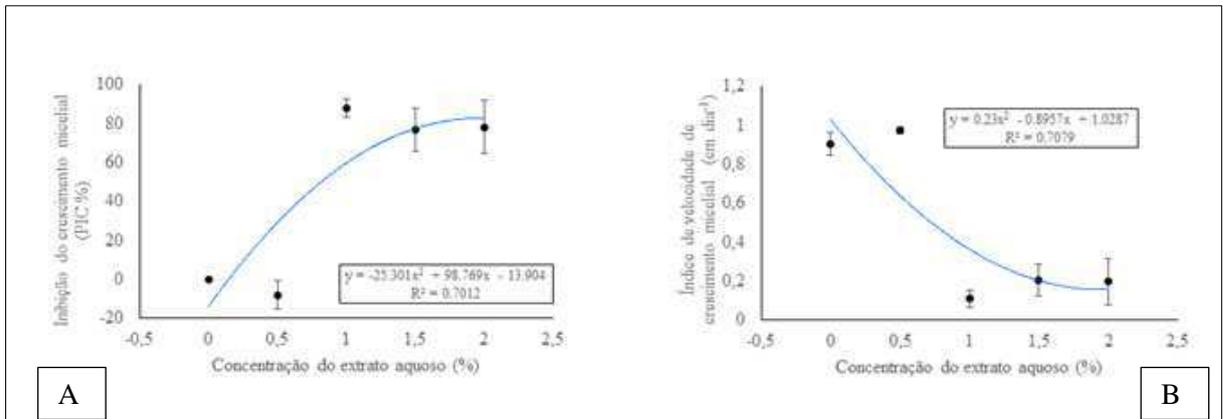


Fonte: Autor (2020)

* Para as concentrações do óleo essencial, os percentuais 0,1%, 0,25%, 0,5% e 1,0% correspondem, respectivamente, a 100, 250, 500 e 1000 $\mu\text{L} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}$ do meio BDA.

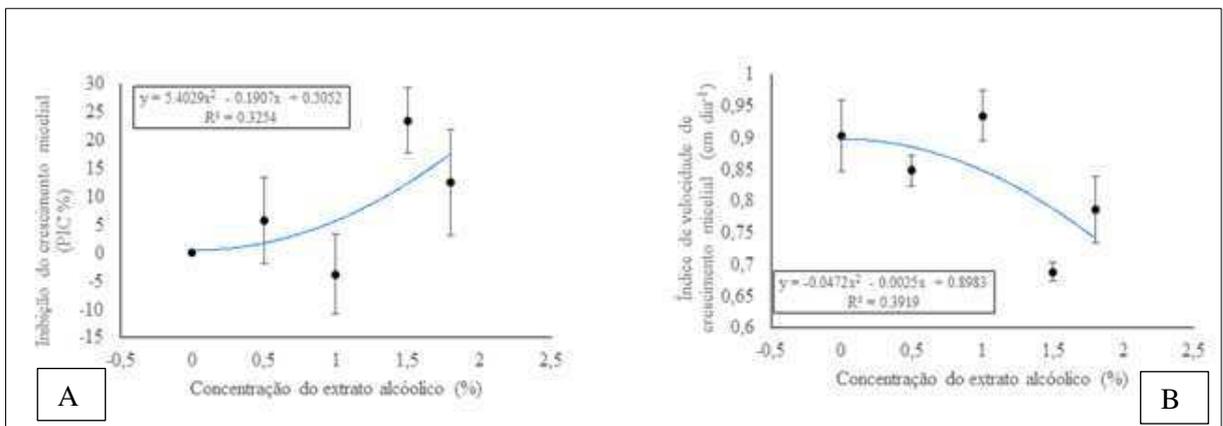
Os resultados das análises de regressão determinados, conforme o efeito da concentração do óleo essencial e dos extratos (aquoso, alcoólico e hidroalcoólico) sobre a porcentagem de inibição do crescimento e o índice de velocidade do crescimento micelial do fitopatógeno *C. gloeosporioides* estão expostos nas Figuras 4, 5, 6 e 7 e Tabela 5.

Figura 4 - Demonstração da Porcentagem de Inibição do Crescimento e do Índice de Velocidade do Crescimento Micelial do *C. gloeosporioides* em diferentes concentrações de extrato aquoso de capim santo.



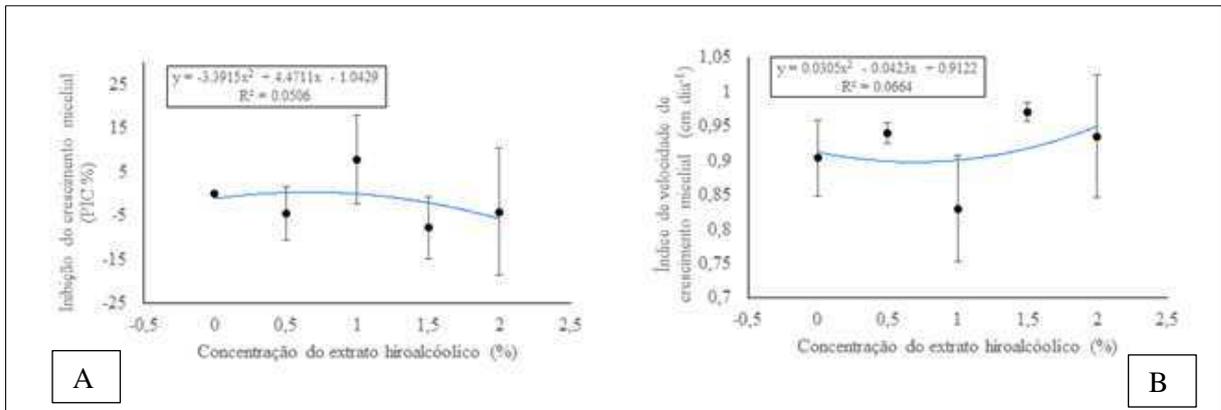
Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Figura 5 - Demonstração da Porcentagem de Inibição do Crescimento e do Índice de Velocidade do Crescimento Micelial do *C. gloeosporioides* em diferentes concentrações de extrato alcoólico de capim santo.



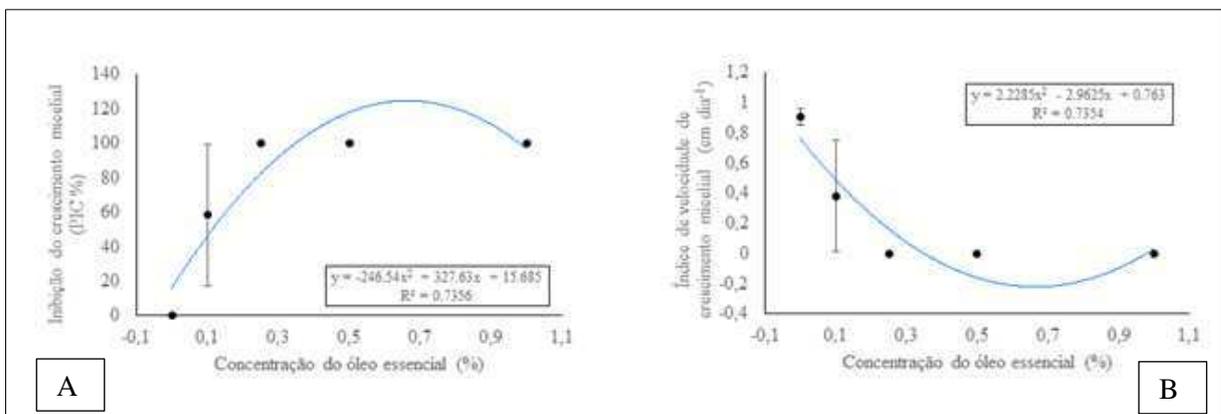
Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Figura 6 - Demonstração da Porcentagem de Inibição do Crescimento e do Índice de Velocidade do Crescimento Micelial do *C. gloeosporioides* em diferentes concentrações de extrato hidroalcoólico de capim santo.



Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Figura 7 - Demonstração da Porcentagem de Inibição do Crescimento e do Índice de Velocidade do Crescimento Micelial do *C. gloeosporioides* em diferentes concentrações de óleo essencial de capim santo.



Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Tabela 5 - Resultados das análises de regressão para o efeito da concentração de extratos e do óleo essencial sobre a porcentagem de inibição do crescimento e índice de velocidade do crescimento micelial do *C. gloeosporioides*

	Porcentagem de inibição do crescimento				Índice de velocidade do crescimento micelial			
	Extrato Aquoso	Extrato Alcólico	Extrato Hidro alcólico	Óleo Essencial	Extrato Aquoso	Extrato Alcólico	Extrato Hidro alcólico	Óleo Essencial
Termos da equação								
Coefficiente a	-13.90	0.51	-1.04	15.68	1.03	0.90	0.91	0.76
Coefficiente b	98.77	-0.19	4.47	327.63	-0.90	0.00	-0.04	-2.96
Coefficiente c	-25.30	5.40	-3.39	-246.54	0.23	-0.05	0.03	2.23
p-valor do teste T para a	0.20	0.91	0.81	0.08	0.00***	0.00***	0.00***	0.00***
p-valor do teste T para b	0.00***	0.99	0.66	0.00***	0.00***	0.98	0.57	0.00***
p-valor do teste T para c	0.04*	0.38	0.49	0.00***	0.04*	0.34	0.39	0.00***
Ajustes da equação								
R ²	0.70	0.33	0.05	0.74	0.71	0.39	0.07	0.74
R ² ajustado para pequenas amostras	0.67	0.26	-0.04	0.71	0.68	0.34	-0.02	0.71
AIC	236.33	190.87	190.83	233.26	0.27	-51.16	-54.86	-1.99
BIC	241.21	195.74	195.71	238.14	5.15	-46.28	-49.99	2.88
Valor máx. ou mín. de PIC ou IVC	82.49	0.50	0.43	124.53	0.16	0.90	0.90	-0.22
Concentração no valor máx. ou mín.	1.95	0.02	0.66	0.66	1.95	-0.03	0.69	0.66
p-valor do teste F para toda a equação	0.00***	0.01*	0.56	0.00***	0.00***	0.00**	0.47	0.00***

Fonte: Dados da pesquisa (2020)

*p < 0.05; **p < 0.01; ***p < 0.001

As análises realizadas mostraram que o óleo essencial e o extrato aquoso obtiveram as maiores eficiências no controle do desenvolvimento do fitopatógeno, apresentando as maiores médias de porcentagens de inibição (PIC = 100% e 87%, respectivamente) – Figuras 7A e 4A. De forma igual, a velocidade do crescimento micelial foi fortemente reduzida nestes dois tratamentos (IVCM = 0 e 0,11 cm dia⁻¹, respectivamente) – Figuras 7B e 4B.

A elevação nas concentrações do óleo essencial e do extrato aquoso aumentou significativamente a inibição no crescimento fúngico ($P < 0,001$ pelo Teste F em ambos os casos - Tabela 5). O óleo essencial apresentou os melhores resultados, tendo atingido 100% de inibição e redução do crescimento micelial a 0 cm dia⁻¹ utilizando-se uma concentração de apenas 0,25% (250 µL.100 mL⁻¹), Figuras 7A e 7B, enquanto que o extrato aquoso atingiu seu melhor resultado na concentração de 1,0% (Figuras 4A e 4B).

Por outro lado, apesar de significativo ($P_{PIC} = 0,01$ e $P_{IVCM} = 0,004$), o efeito do extrato alcóolico foi baixo, apresentando inibição máxima de 23,5% e IVCM mínimo de 0,68 cm dia⁻¹ na concentração de 1,5% (Figuras 5A e 5B). Além disso, o ajuste da regressão quadrática do extrato alcóolico foi insatisfatório ($R^2_{PIC} = 0,33$ e $R^2_{IVCM} = 0,39$ – Tabela 5). Por fim, o extrato hidroalcóolico não afetou o desenvolvimento fúngico ($p > 0,05$; Tabela 5 e Figuras 6A e 6B), apresentando também baixa confiabilidade nos ajustes das equações ($R^2_{PIC} = 0,05$ e $R^2_{IVCM} = 0,07$ – Tabela 5).

Os resultados significativos, relacionados à ação do óleo essencial de capim santo sobre o desenvolvimento do *C. gloeosporioides*, *in vitro*, podem encontrar justificativa no fato de os óleos essenciais possuírem em sua constituição quantidades elevadas de monoterpenos, substâncias que apresentam propriedades bactericidas e fungicidas e que agem inibindo a germinação de diversos patógenos (PEREIRA *et al.*, 2011). Neste estudo, os resultados observados foram semelhantes aos verificados por Souza Júnior, Sales e Martins (2009), que ao analisarem a ação fungitóxica de diferentes óleos essenciais sobre o *C. gloeosporioides* observaram que óleo essencial de capim santo conseguiu inibir em 100% o crescimento micelial do fungo a partir da concentração de 1 µL/mL. Também está em conformidade com os resultados obtidos por Giacomini *et al.* (2017), que verificaram inibição total do crescimento do mesmo fitopatógeno utilizando 50 µL do óleo de *C. citratus* incorporados ao meio BDA. Em trabalho utilizando óleo de alecrim-do-campo, Fonseca *et al.* (2015) também observaram redução de 100% do crescimento dos fungos *Rhizoctonia solani* (Rs), *Sclerotium rolfsii* (Sr) e *Sclerotinia minor* (Sm), o que corrobora com a alegação de Pereira *et al.* (2011) acerca da presença de substâncias com propriedades fungicidas nos óleos essenciais.

O extrato aquoso de capim santo, mesmo apresentando o menor conteúdo de compostos bioativos dentre os extratos brutos analisados, foi o que obteve melhor eficiência no controle do crescimento micelial do *C. gloeosporioides*. Efeito análogo foi verificado por Oliveira e Furlong (2008) ao analisarem a ação antifúngica de compostos fenólicos presentes em extratos de plantas comestíveis. Estes pesquisadores observaram que o extrato com menor conteúdo de compostos fenólicos conseguiu produzir maior efeito de inibição fúngica que outros extratos com taxas mais elevadas destes compostos e concluíram que os resultados indicavam que o tipo de estrutura química dos compostos fenólicos é mais importante que a concentração destes.

Os resultados observados no presente estudo divergem do obtido por Rozwalka (2003), que utilizando o mesmo tipo de extrato na concentração de 10%, detectou inibição de 21,62% no crescimento micelial da mesma espécie fúngica e do verificado por Itako *et al.* (2009), que trabalhando com decocto de folhas secas de *C. citratus* na concentração de 40,67%, verificaram inibição de 20,03% do crescimento micelial do *Cladosporium fulvum*.

Com relação ao extrato alcoólico, este estudo verificou que foi na concentração de 1,5% que o referido extrato alcançou maior valor de PIC (23,5%) para o *C. gloeosporioides*, resultado inferior ao obtido por Alves (2010) que, em trabalho com o mesmo fungo e utilizando extrato bruto etanólico do *C. citratus* a 8%, observou redução de 100% no crescimento micelial. Entretanto faz-se necessário ressaltar que a concentração do extrato utilizada foi superior à usada nesta pesquisa. Um resultado mais aproximado foi detectado por Silva (2015) que, ao avaliar o efeito de extratos alcoólicos de plantas medicinais sobre o crescimento micelial de *C. gloeosporioides*, verificou inibição de 15,86% utilizando extrato alcoólico de capim santo na concentração de 1%.

Para o extrato hidroalcoólico, os resultados obtidos demonstraram que, nas concentrações utilizadas, o mesmo não apresentou eficiência na redução do crescimento micelial do fitopatógeno, diferindo significativamente da ação verificada para os demais produtos do *C. citratus* pesquisados, o que corrobora com estudo realizado por Celoto *et al.* (2008) que, utilizando extrato hidroetanólico de capim santo a 20%, verificaram inibição de apenas 1,7%, no crescimento do *C. gloeosporioides*. Pereira e Silva (2019) também, trabalhando com extratos brutos de capim santo, observaram que o extrato hidroalcoólico inibiu o crescimento do *Colletotrichum musae*, em percentual bem inferior aos apresentados pelos extratos alcoólico e aquoso.

As diferenças observadas entre os resultados obtidos em estudos desenvolvidos com produtos naturais extraídos das mesmas espécies vegetais, relativas às suas ações bioativas sobre as mesmas espécies de patógenos, também podem ser decorrentes da influência de fatores diversos sobre a qualidade e quantidade dos compostos bioativos produzidos pelos vegetais, como já mencionado neste trabalho, destacando-se, dentre eles, a genética e as condições agronômicas sob as quais o vegetal utilizado foi cultivado, uma vez que de acordo com Moraes (2009), as alterações promovidas pelos referidos fatores podem levar, também, à ocorrência de diferenças nas respostas produzidas por tratamentos e testes biológicos realizados com fitopatógenos submetidos à ação destes compostos. Nesta linha de pensamento, Ferreira *et al.* (2014) destacam que a atuação dos supracitados fatores sobre os produtos naturais oriundos de vegetais pode ajudar a esclarecer as discrepâncias observadas entre os resultados produzidos por pesquisas realizadas com a mesma espécie vegetal e que adotam a mesma metodologia, mas que são desenvolvidas em localidades diferentes.

4. Considerações finais

Neste trabalho, o óleo essencial de capim santo, em baixas concentrações, conseguiu inibir em 100% o crescimento micelial do *C. gloeosporioides*. O extrato aquoso teve eficácia superior ao extrato alcoólico e ao hidroalcoólico no controle do crescimento do mesmo fitopatógeno, fato este de relevante importância, uma vez que extratos aquosos são de fácil elaboração, via processos de baixo custo e os possíveis danos causados ao meio ambiente e à saúde humana pela sua utilização são praticamente nulos. Entretanto, mediante os resultados obtidos, sugere-se a necessidade de realização de estudos mais aprofundados que englobem a determinação e quantificação dos compostos, biologicamente ativos, presentes em extratos brutos derivados do capim santo, bem como que sejam identificados os mecanismos de ação destes compostos sobre o desenvolvimento de fitopatógenos.

REFERÊNCIAS

- ABDELLATIF, F.; HASSANI, A. Chemical composition of the essential oils from leaves of *Melissa officinalis* extracted by hydrodistillation, steam distillation, organic solvent and microwave hydrodistillation. **Journal of Materials and Environment Science**, v. 6, n. 1, 2015. Disponível em: https://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol6/vol6_N1/25-JMES-1032-2014-Abdellatif.pdf. Acesso em: 11 nov. 2018.
- AESA - AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS - GOVERNO DA PARAÍBA Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/>. Acesso em: 03 abr. 2021.
- ALMEIDA, M. F. **Óleo essencial de *Cymbopogon citratus***: caracterização e avaliação das atividades antioxidante, antimicrobiana e citotóxica. 2016. 62f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.repositorio-bc.unirio.br:8080/xmlui/handle/unirio/11005>. Acesso em: 5 out. 2018.
- ALVES, A. P. F. **Extratos alcoólicos de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) no controle pós-colheita de antracnose em goiaba CV. Paluma**. 2010. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2010. Disponível em: <http://nou-rau.uem.br/nou-rau/document/?code=vtls000183801>. Acesso em: 15 dez. 2020.
- BELCHIOR, D. C. V. *et al.* Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 135-151, jan./abr. 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164063/1/Impactos-de-agrotoxicos-sobre-o-meio-ambiente.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2021.
- BOEIRA, C. P. *et al.* Extraction of bioactive compounds of lemongrass, antioxidant activity and evaluation of antimicrobial activity in fresh chicken sausage. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v48n11/1678-4596-cr-48-11-e20180477.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2020.
- BRAGA, N. P. **Influência da secagem no rendimento e na composição do óleo essencial das folhas de *Eucalyptus citriodora***. 2002. 151f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2002. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/267688/1/Braga_NazarenodePina_M.pdf. Acesso em: 5 nov. 2018.
- BRITO, E. S. *et al.* **Caracterização Odorífera dos Componentes do Óleo Essencial de Capim-Santo (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf., Poaceae) por Cromatografia Gasosa (CG) – Olfatometria**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/900884/1/BPD11001.pdf>. Acesso em: 2 out. 2018.
- CARVALHO, C. M. *et al.* Rendimento da produção de óleo essencial de capim-santo submetido a diferentes tipos de adubação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n. 2, 2º Semestre, 2005. Disponível em:

<http://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/capimsanto-5182de3e8be44.pdf>. Acesso em: 25 set. 2018.

CHAICOUSKI, A. *et al.* Determinação da quantidade de compostos fenólicos totais presentes em extratos líquido e seco de erva-mate (*Ilex paraguariensis*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 33-41, 2014. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev161/Art1615.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2019.

CELOTO, M. I. B. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Sci. Agron**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 1-5, 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-86212008000100001. Acesso em: 13 jan. 2021.

CLIMATEMPO. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/1234/pombal-pb>. Acesso em: 03 abr. 2021.

COSTA, L. C. B. *et al.* Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 956-959, out./dez. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n4/a19v23n4>. Acesso em: 5 out. 2018.

EPAGRI – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RUAL DE SANTA CATARINA. **Normas técnicas para o cultivo de capim-limão, citronela, palmarosa e patchuli**. Sistema de produção N° 37. Florianópolis, 2004. Disponível em: http://intranetdoc.epagri.sc.gov.br/producao_tecnico_cientifica/DOC_14637.pdf. Acesso em: 4 out. 2018.

FERRARI, J. T. *et al.* **Antracnose associada às fruteiras**. Artigo em Hypertexto, 2011. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2011_4/antracnose/index.htm. Acesso em: 3 nov. 2018.

FERREIRA, E. F. *et al.* Uso de extratos vegetais no controle *in vitro* do *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. coletado em frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 2, p. 346-352, jun. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbf/v36n2/v36n2a10.pdf>. Acesso em: 31 dez. 2020.

FERREYRA, M. L. F.; RIUS, S. P.; CASATI, P. Flavonoids: biosynthesis, biological functions, and biotechnological applications. **Front. Plant Sci.**, September 2012. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2012.00222/full>. Acesso em: 02 abr. 2021.

FONSECA, M. C. M. *et al.* Potencial de óleos essenciais de plantas medicinais no controle de fitopatógenos. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 45-50, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbpm/v17n1/1983-084X-rbpm-17-01-00045.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2018.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins in foods. In: MARKAKIS, P. **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, p. 181-207. 1982. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=SN8XbvA1w8gC&oi=fnd&pg=PA181&dq=analysis+of+anthocyanins+in+food>

s+francis+f.+j&ots=bgjnDqH0gR&sig=cdH9jcZH9tH15YHqnzKGoEGSHW0#v=onepage&q=analysis%20of%20anthocyanins%20in%20foods%20francis%20f.%20j&f=false. Acesso em: 02 nov. 2018.

FURLAN, M. R. *et al.* Variação dos teores de constituintes voláteis de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf, Poaceae, coletados em diferentes regiões do Estado de São Paulo. **Rev. bras. farmacogn.** [online], v. 20, n. 5, p. 686-691, out. 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-695X2010000500006&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 09 set. 2019.

GBENOU, J. D. *et al.* Phytochemical composition of *Cymbopogon citratus* and *Eucalyptus citriodora* essential oils and their anti-inflammatory and analgesic properties on Wistar rats. **Molecular Biology Reports**, v. 40, n. 2, p. 1127–1134, Feb. 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23065287>. Acesso em: 05 out. 2018.

GIACOMINI, G. X. *et al.* Avaliação do potencial antifúngico do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* para controle da antracnose em goiabeira *In*: ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 19. 2017. **Anais...** Pelotas, 2017. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/enpos/anais/anais-2017/>. Acesso em: 09 set. 2019.

GOMES, R. V. R. S. *et al.* Análise fitoquímica de extratos botânicos utilizados no tratamento de helmintoses gastrintestinais de pequenos ruminantes. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 172-177, out./dez. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1974>. Acesso em: 04 mar. 2020.

ITAKO, A. T. *et al.* Controle de *Cladosporium fulvum* em tomateiro por extratos de plantas medicinais. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 76, n. 1, p.75-83, jan./mar., 2009. Disponível em: http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v76_1/itako.pdf. Acesso em: 26 dez. 2020.

KOUAME, *et al.* *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf : ethnopharmacologie, phytochimie, activités pharmacologiques et toxicologie. **Phytothérapie**, n. 14, p. 384-392, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10298-015-1014-3>. Acesso em: 17 out. 2018.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigment photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, New York, v. 148, p. 362-385, 1987. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0076687987480361>. Acesso em: 05 out. 2018.

LIMA, A. E. F. *et al.* Rendimento, caracterização química e atividade antibacteriana do óleo essencial de capim limão coletado em diferentes horários. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 28, n. 3/4, p.369-378, jul./dez. 2016. Disponível em: <https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/275>. Acesso em: 22 mar. 2019.

LINS, A. D. F. *et al.* Quantificação de compostos bioativos em erva cidreira (*Melissa officinalis* L.) e capim cidreira [*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.]. **Gaia Scientia**, v. 9, p. 17-

21, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/gaia/article/view/23991>. Acesso em: 14 fev. 2020.

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

LOZADA, M. I. O. **Eficiência de óleos essenciais para o controle de *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *cepae* em sementes de cebola e seu efeito na qualidade fisiológica**. 2016. 86f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção Agrícolas Sustentáveis) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2016. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/21300?mode=full>. Acesso em: 27 set. 2018.

MARTINS, M. B. G. *et al.* Caracterização anatômica da folha de *Cymbopogon citratus* (CD) Stapf (Poaceae) e perfil químico do óleo essencial. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 6, n. 3, p. 20-29, mar. 2004. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/67755>. Acesso em: 05 out. 2018.

MING, L. C. Estudo e pesquisa de plantas medicinais na agronomia. **Horticultura Brasileira**, v. 12, n.1. p. 3-9, 1994. Disponível em: http://www.horticulturabrasileira.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=121&artigo=http://www.horticulturabrasileira.com.br/images/stories/12_1/19941211.pdf Acesso em: 13 jan. 2021.

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 27, n. 2, p. 4050-4063, ago. 2009. (Suplemento. CD-ROM). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/143457/1/2009AA-051.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2021.

OLIVEIRA, J. A. **Efeito do tratamento fungicida em sementes no controle de tombamento de plântulas de pepino (*Cucu-mis sativas* L.) e pimentão (*Capsicum annanum* L.)**. 1991. 111f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras. Lavras-MG, 1991. Disponível em: [file:///C:/Users/COMPUTER/AppData/Local/Temp/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Efeito%20do%20tratamento%20fungicida%20em%20sementes%20e%20no%20controle%20de%20tombamento%20de%20pl%C3%A2ntulas%20de%20pepino%20\(Cucumis%20sativus%20L.\)%20e%20piment%C3%A3o%20\(Capsicum%20annuum%20L.\).pdf](file:///C:/Users/COMPUTER/AppData/Local/Temp/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Efeito%20do%20tratamento%20fungicida%20em%20sementes%20e%20no%20controle%20de%20tombamento%20de%20pl%C3%A2ntulas%20de%20pepino%20(Cucumis%20sativus%20L.)%20e%20piment%C3%A3o%20(Capsicum%20annuum%20L.).pdf). Acesso em: 11 nov. 2018.

OLIVEIRA, L. P. *et al.* Estudo da atividade antioxidante do extrato bruto hidroalcoólico do capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*) pelo método DPPH. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 16, n. 29; p. 2034, 2019. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2019a/sau/estudo.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2020.

OLIVEIRA, M. S.; FURLONG, E. B. Screening of antifungal and antimycotoxigenic activity of plant phenolic extracts. **World Mycotoxin Journal**, May 2008; 1(2): 139-146. Disponível em: <https://www.wageningenacademic.com/doi/epdf/10.3920/WMJ2008.1006>. Acesso em: 01 abr. 2021.

PARISI, M. C. M.; HENRIQUE, C. M.; PRATI, P. Doenças pós-colheita: um entrave na comercialização. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 12, n. 2, jul./dez. 2015. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2015/julho-dezembro-3/1667-doencas-pos-colheita-um-entrave-na-comercializacao/file.html>. Acesso em: 29 out. 2018

PEIXOTO, A. L.; MAIA L. C. (Orgs.). **Manual de procedimentos para herbários**. Recife: Editora Universitária da UFPE. Recife-PE, 2013. Disponível em: http://inct.florabrasil.net/wp-content/uploads/2013/11/Manual_Herbario.pdf. Acesso em: 05 out. 2018.

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

PEREIRA, R. B. *et al.* Potential of essential oils for the control of brown eye spot in coffee plants. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 115-123, jan./fev., 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542011000100014&l. Acesso em: 03 abr. 2021.

PORT'S, P. S. Compostos fenólicos e potencial antioxidante de ervas consumidas na região amazônica brasileira. 2011. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2011. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/254810/1/Vasconcelos_PollyanedaSilvaPorttsMarcalde_M.pdf. Acesso em: 23 dez. 2020.

QUEIROZ, T. B. *et al.* Avaliação farmacognóstica de *Cymbopogon citratus*, *Lippia alba* e *Melissa officinalis*. **Revista Ciências Farmaceuticas**, v. 35, Supl. 1, ago. 2014. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/jornada/pdf/FM24.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2020.

ROZWALKA, L. C. Controle alternativo da antracnose em frutos de goiabeira, em laboratório. 2003. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2003. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/34573>. Acesso em: 09 jan. 2021.

SANTOS, A. *et al.* Determinação do rendimento e atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf em função de sazonalidade e consorciamento. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 19(2A), abr./jun. 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-695X2009000300017. Acesso em: 26 jun. 2020.

SANTOS, C. A. B.; SILVA, A. P. M. Viabilidade do uso de inseticidas botânicos extraídos de plantas exóticas. **Educação Ambiental em Ação**, n. 54, dez. 2015. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=2241>. Acesso em: 20 jan. 2021.

SEGTOEWICK, E. C. S.; BRUNELLI, L. T. VENTURINI FILHO, W. G. Avaliação físico-química e sensorial de fermentado de acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**,

Campinas, v. 16, n. 2, p. 147-154, abr./jun. 2013. Disponível em:
http://www.scielo.br/pdf/bjft/v16n2/aop_bjft_2612.pdf. Acesso em: 11 nov. 2018.

SILVA, C. T. B. **Estudo dos sistemas produtivos da Cooperativa Agropecuária dos Produtores Familiares Irituienses e o potencial de extratos de plantas medicinais no manejo de pragas e doenças do maracujazeiro**. 2015. 107f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável). Universidade Federal do Pará, Belém-PA, 2015. Disponível em:
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1032962/1/DissertacaoClenildaTolentinoBentodaSilva.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2021.

SILVA, E. V. **Farelos dos frutos de *Geoffroea spinosa*: composição química, caracterização térmica e físico-química e aplicação como aditivos de pães**. 2013. 175f. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2013. Disponível em:
<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/7086>. Acesso em: 02 set. 2018.

SILVA, E. V. **Potencialidades da pimenta biquinho (*Capsicum chinense*) como aditivo natural**. 2017. Doutorado (Tese de Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal da Paraíba, 2017. Disponível em:
http://www.quimica.ufpb.br/ppgq/contents/documentos/teses-e-dissertacoes/teses/2017/Tese_Everton_V_Silva.pdf/@@download/file/Tese_Everton_V_Silva.pdf. Acesso em: 05 out. 2018.

SILVA, F. F. M. *et al.* Análise da composição química do óleo essencial de capim santo (*Cymbopogon citratus*) obtido através de extrator por arraste com vapor d'água construído com materiais de fácil aquisição e baixo custo. **HOLOS**, Natal-RN, v. 4, 2014. Disponível em: http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/1762/pdf_59. Acesso em: 23 set. 2018.

SILVA, N. L. *et al.* Determinação da atividade antioxidante e do teor de flavonoides totais equivalentes em quercetina em extrato aquoso de folhas de *Cymbopogon citratus* (d.c.) stapf e *Melissa officinalis* lam obtidos por decocção. **Conexão Ciência**, Formiga-MG, v. 12, n. 1, p. 46-53, 2017. Disponível em:
<https://periodicos.uniformg.edu.br:21011/ojs/index.php/conexaociencia/article/view/499>. Acesso em: 14 dez. 2020.

SILVA, P. D. Determinação de compostos fenólicos por HPLC. 2012. 136f. Dissertação (Mestrado em Química Industrial) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2012. Disponível em: <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/2766/1/Disserta%C3%A7...pdf>. Acesso em: 10 dez. 2019.

SOUSA, C. M. M. *et al.* Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 351-355, mar./abr. 2007. Disponível em:
<http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v30n2/20.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

SOUSA, R. M. S; SERRA, I. M. R. S.; MELO, T. A. Efeito de óleos essenciais como alternativa no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, em pimenta. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 38, n. 1, p. 42-47, 2012. Disponível em:
<http://www.scielo.br/pdf/sp/v38n1/v38n1a07.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2018.

SOUSA, R. S. F. **Desenvolvimento e otimização de formas farmacêuticas orais contendo *Cymbopogon citratus***. 2016. 98f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias do Medicamento) - Faculdade de Farmácia, Universidade de Coimbra, 2016. Disponível em: <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/40728>. Acesso em: 12 ago. 2019.

SOUZA, A. E. F.; ARAÚJO, E.; NASCIMENTO, L. C. Atividade Antifúngica de Extratos de Alho e Capim-Santo sobre o Desenvolvimento de *Fusarium proliferatum* Isolado de Grãos de Milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 6, nov./dez. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/fb/v32n6/a03v32n6.pdf>. Acesso em: 25 set. 2018.

SOUZA JÚNIOR, I. T.; SALES, N. L. P.; MARTINS, E. R. Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, isolado do maracujazeiro amarelo. **Revista Biotemas**, v. 22, n. 3, set. 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/viewFile/19529/17918> Acesso em: 07 out. 2018.

STREIT, N. M. *et al.* As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, mai./jun., 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v35n3/a43v35n3.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2021.

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

REFERÊNCIAS

Observação: As referências aqui apresentadas referem-se ao estudo como um todo.

ABDELLATIF, F.; HASSANI, A. Chemical composition of the essential oils from leaves of *Melissa officinalis* extracted by hydrodistillation, steam distillation, organic solvent and microwave hydrodistillation. **Journal of Materials and Environment Science**, v. 6, n. 1, 2015. Disponível em: https://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol6/vol6_N1/25-JMES-1032-2014-Abdellatif.pdf. Acesso em: 11 nov. 2018.

ABÍLIO, G. M. F. **Plantas medicinais**. Bananeiras-PB: Editora da UFPB, 2011. Disponível em: http://biblioteca.virtual.ufpb.br/files/plantas_medicinais_1462975221.pdf. Acesso em: 23 out. 2018.

AESA - AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS - GOVERNO DA PARAÍBA Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/>. Acesso em: 03 abr. 2021.

ALMEIDA, G. S. **Potencial de óleos essenciais no controle de fungos fitopatogênicos em pós-colheita de morango**. 2015. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2015. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/255109/1/Almeida_GustavoSteffende_M.pdf. Acesso em: 13 nov. 2020.

ALMEIDA, M. F. **Óleo essencial de *Cymbopogon citratus*: caracterização e avaliação das atividades antioxidante, antimicrobiana e citotóxica**. 2016. 62f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.repositorio-bc.unirio.br:8080/xmlui/handle/unirio/11005>. Acesso em: 05 out. 2018.

ALVES, A. P. F. **Extratos alcoólicos de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) no controle pós-colheita de antracnose em goiaba CV. Paluma**. 2010. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2010. Disponível em: <http://nou-rau.uem.br/nou-rau/document/?code=vtls000183801>. Acesso em: 15 dez. 2020.

AQUINO, C. F. *et al.* Ação e caracterização química de óleos essenciais no manejo da antracnose do maracujá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 34, n. 4, p. 1059-1067, dez. 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452012000400012&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 05 out. 2018

BELCHIOR, D. C. V. *et al.* Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 135-151, jan./abr. 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164063/1/Impactos-de-agrotoxicos-sobre-o-meio-ambiente.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2021.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H. Importância das doenças de plantas. *In*: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, p. 13-31.

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectiva.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. Disponível em: http://www.faesb.edu.br/biblioteca/wp-content/uploads/2016/05/livro_biocontrole.pdf. Acesso em: 10 out. 2019.

BFG. 2015. Growing knowledge: na overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguesia**, 66(4): 1085-1113. Disponível em: <https://rodriguesia.jbrj.gov.br>. Acesso em: 07 out. 2018.

BOEIRA, C. P. *et al.* Extraction of bioactive compounds of lemongrass, antioxidant activity and evaluation of antimicrobial activity in fresh chicken sausage. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 48, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v48n11/1678-4596-cr-48-11-e20180477.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2020.

BOUKHATEM, M. N. *et al.* Lemon grass (*Cymbopogon citratus*) essential oil as a potent anti-inflammatory and antifungal drugs. **Libyan Journal of Medicine**, v. 9, 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4170112/>. Acesso em: 07 out. 2018.

BRAGA, N. P. **Influência da secagem no rendimento e na composição do óleo essencial das folhas de *Eucalyptus citriodora*.** 2002. 151f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2002. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/267688/1/Braga_NazarenodePina_M.pdf. Acesso em: 05 nov. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. Formulário de Fitoterápicos Farmacopeia Brasileira. 1. ed. Primeiro Suplemento. Brasília-DF, 2018. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33832/259456/Suplemento+FFFB.pdf/478d1f83-7a0d-48aa-9815-37dbc6b29f9a>. Acesso em: 08 out. 2019.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Estimativa populacional, 2018.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/cajazeiras/panorama>. Acesso em: 02 set. 2018

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea – Paraíba. **Diagnóstico do Município de Cajazeiras.** Recife, 2005. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15890/Rel_Cajazeiras.pdf?sequence=1. Acesso em: 02 set. 2018.

BRITO, E. S. *et al.* **Caracterização Odorífera dos Componentes do Óleo Essencial de Capim-Santo (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf., Poaceae) por Cromatografia Gasosa (CG) – Olfatometria.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/900884/1/BPD11001.pdf>. Acesso em: 02 out. 2018.

CARNEIRO, F. F. *et al.* (Orgs.). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde.** Rio de Janeiro: EPSJV. São Paulo: Expressão Popular, 2015. Disponível em: https://www.abrasco.org.br/dossieagrototoxicos/wp-content/uploads/2013/10/DossieAbrasco_2015_web.pdf. Acesso em: 02 out. 2018.

CARNELOSSI, P. R. *et al.* Óleos essenciais no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em mamão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 399-406, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-05722009000400007&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 07 out. 2018.

CAROLLO, E. M.; SANTOS FILHO, H. P. **Manual básico de técnicas fitopatológicas**. Laboratório de Fitopatologia Embrapa Mandioca e Fruticultura. Brasília-DF, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/148757/1/Cartilha-ManualFito-215-14-Hermes.pdf>. Acesso em: 25 out. 2018.

CARVALHO, C. M. *et al.* Rendimento da produção de óleo essencial de capim-santo submetido a diferentes tipos de adubação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n. 2, 2º Semestre, 2005. Disponível em: <http://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/capimsanto-5182de3e8be44.pdf>. Acesso em: 25 set. 2018.

CELOTO, M. I. B. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Sci. Agron**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 1-5, 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-86212008000100001. Acesso em: 13 jan. 2021.

CHAICOUSKI, A. *et al.* Determinação da quantidade de compostos fenólicos totais presentes em extratos líquido e seco de erva-mate (*Ilex paraguariensis*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 33-41, 2014. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev161/Art1615.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2019.

CLIMATEMPO. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/1234/pombal-pb>. Acesso em: 03 abr. 2021.

COSTA, L. C. B. *et al.* Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 956-959, out./dez. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n4/a19v23n4>. Acesso em: 05 out. 2018.

DINIZ, B. L. M. T. **Agroecologia e Agricultura Orgânica**. Bananeiras: Editora Universitária/UFPB, 2011. Disponível em: http://biblioteca.virtual.ufpb.br/files/agroecologia_e_agricultura_organica_1462969754.pdf. Acesso em: 29 set. 2018.

EPAGRI – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RUAL DE SANTA CATARINA. **Normas técnicas para o cultivo de capim-limão, citronela, palmarosa e patchuli**. Sistema de produção N° 37. Florianópolis, 2004. Disponível em: http://intranetdoc.epagri.sc.gov.br/producao_tecnico_cientifica/DOC_14637.pdf. Acesso em: 04 out. 2018.

FERRARI, J. T. *et al.* **Antracnose associada às fruteiras**. Artigo em Hypertexto, 2011. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2011_4/antracnose/index.htm. Acesso em: 03 nov. 2018.

FERREIRA, E. F. *et al.* Uso de extratos vegetais no controle *in vitro* do *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. coletado em frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 2, p. 346-352, jun. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbf/v36n2/v36n2a10.pdf>. Acesso em: 31 dez. 2020.

FERREYRA, M. L. F.; RIUS, S. P.; CASATI, P. Flavonoids: biosynthesis, biological functions, and biotechnological applications. **Front. Plant Sci.**, September 2012. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2012.00222/full>. Acesso em: 02 abr. 2021.

FIRMO, W. C. A. *et al.* Contexto histórico, uso popular e concepção científica sobre plantas medicinais. **Caderno de Pesquisa**, São Luís, v. 18, n. especial, dez. 2011. Disponível em: [http://www.pppg.ufma.br/cadernosdepesquisa/uploads/files/Artigo%2010\(9\).pdf](http://www.pppg.ufma.br/cadernosdepesquisa/uploads/files/Artigo%2010(9).pdf). Acesso em: 15 out. 2018.

FONSECA, M. C. M. *et al.* Potencial de óleos essenciais de plantas medicinais no controle de fitopatógenos. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 45-50, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbpm/v17n1/1983-084X-rbpm-17-01-00045.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2018.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Extratos vegetais. **Revist-FiB**, n. 11, 2010. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/120.pdf>. Acesso em: 23 out. 2018.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins in foods. *In*: MARKAKIS, P. **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, p. 181-207. 1982. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=SN8XbvA1w8gC&oi=fnd&pg=PA181&dq=analysis+of+anthocyanins+in+food+s+francis+f.+j&ots=bgnDqH0gR&sig=cdH9jcZH9tH15YHqnzKGoEGSHW0#v=onepage&q=analysis%20of%20anthocyanins%20in%20foods%20francis%20f.%20j&f=false>. Acesso em: 02 nov. 2018.

FURLAN, M. R. *et al.* Variação dos teores de constituintes voláteis de *Cymbopogon citratus* (DC) Staf, Poaceae, coletados em diferentes regiões do Estado de São Paulo. **Rev. bras. farmacogn.** [online], v. 20, n. 5, p. 686-691, out. 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-695X2010000500006&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 09 set. 2019.

GANJEWALA, D.; LUTHRA, R. Essential oil biosynthesis and regulation in the genus *Cymbopogon*. **Natural product communications**, v. 5, n. 1, p. 163–172, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/236108915_Essential_oil_biosynthesis_and_regulation_in_genus_Cymbopogon. Acesso em: 05 out. 2018.

GBENOU, J. D. *et al.* Phytochemical composition of *Cymbopogon citratus* and *Eucalyptus citriodora* essential oils and their anti-inflammatory and analgesic properties on Wistar rats. **Molecular Biology Reports**, v. 40, n. 2, p. 1127–1134, Feb. 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23065287>. Acesso em: 05 out. 2018.

GIACOMINI, G. X. *et al.* Avaliação do potencial antifúngico do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* para controle da antracnose em goiabeira *In*: ENCONTRO DE PÓS-

GRADUAÇÃO, 19. 2017. **Anais...** Pelotas, 2017. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/enpos/anais/anais-2017/>. Acesso em: 09 set. 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2002. Disponível em: http://www.uece.br/nucleodelinguasitaperi/dmdocuments/gil_como_elaborar_projeto_de_pesquisa.pdf. Acesso em: 06 out. 2018.

GOMES, R. V. R. S. *et al.* Análise fitoquímica de extratos botânicos utilizados no tratamento de helmintoses gastrintestinais de pequenos ruminantes. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 172-177, out./dez. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1974>. Acesso em: 04 mar. 2020.

GUIMARÃES, L. G. L. *et al.* Atividades antioxidante e fungitóxica do óleo essencial de capim-limão e do citral. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 464-472, abr./jun. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-66902011000200028&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 08 out. 2018.

ITAKO, A. T. *et al.* Atividade antifúngica e proteção do tomateiro por extratos de plantas medicinais. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n. 3, p. 241-244, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/tpp/v33n3/a11v33n3>. Acesso em: 07 out. 2018.

ITAKO, A. T. *et al.* Controle de *Cladosporium fulvum* em tomateiro por extratos de plantas medicinais. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 76, n. 1, p.75-83, jan./mar., 2009. Disponível em: http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v76_1/itako.pdf. Acesso em: 26 dez. 2020.

KISHORE, N.; MISHRA, A. K.; CHANSOURIA, J. P. Fungitoxicity of essential oils against dermatophytes. **Mycoses**, 1993. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8264720>. Acesso em: 04 nov. 2018.

KOUAME, *et al.* *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf : ethnopharmacologie, phytochimie, activités pharmacologiques et toxicologie. **Phytothérapie**, n. 14, p. 384-392, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10298-015-1014-3>. Acesso em: 17 out. 2018.

KRUGER, T. L. A natureza da doença. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, p. 34-45.

KUNWAR, S. **Colletotrichum gloeosporioides**. University of Florida. Reviewed by: Jeffrey Rollins, University of Florida. Disponível em: https://wiki.bugwood.org/Colletotrichum_gloeosporioides. Acesso em: 02 nov. 2018.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigment photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, New York, v. 148, p. 362-385, 1987. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0076687987480361>. Acesso em: 05 out. 2018.

LIMA, A. E. F. *et al.* Rendimento, caracterização química e atividade antibacteriana do óleo essencial de capim limão coletado em diferentes horários. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 28, n. 3/4, p.369-378, jul./dez. 2016. Disponível em: <https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/275>. Acesso em: 22 mar. 2019.

LINS, A. D. F. *et al.* Quantificação de compostos bioativos em erva cidreira (*Melissa officinalis* L.) e capim cidreira [*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf.]. **Gaia Scientia**, v. 9, p. 17-21, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/gaia/article/view/23991>. Acesso em: 14 fev. 2020.

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

LOZADA, M. I. O. **Eficiência de óleos essenciais para o controle de *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *cepae* em sementes de cebola e seu efeito na qualidade fisiológica**. 2016. 86f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção Agrícolas Sustentáveis) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2016. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/21300?mode=full>. Acesso em: 27 set. 2018.

LUPE, F. A. **Estudo da composição química de óleos essenciais de plantas aromáticas da Amazônia**, Campinas-SP, 2007. 103f. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica) - Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2007. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/248371/1/Lupe_FernandaAvila_M.pdf. Acesso em: 27 set. 2018.

MACHADO, B. F. M. T.; FERNANDES JUNIOR, A. Óleos essenciais: aspectos gerais e usos em terapias naturais. **Cadernos Acadêmicos**, Tubarão, v. 3, n. 2, p. 105-127, 2011. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/Cadernos_Academicos/article/view/718. Acesso em: 17 out. 2018.

MACHADO, T. F. *et al.* Atividade antimicrobiana do óleo essencial do capim limão (*Cymbopogon citratus*) e sua interação com os componentes dos alimentos. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 33, n. 1, p. 30-38, jan./jun. 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/43803/26549>. Acesso em: 05 out. 2018

MACHADO, T. F. *et al.* Atividade Antimicrobiana do Óleo Essencial de Capim-Limão. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 62**. EMBRAPA. Brasília-DF, 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/427296/1/CAPIMLIMAO.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2019. II.

MAIA, L. C.; CARVALHO JUNIOR, A. A. Introdução: os fungos do Brasil. In: FORZZA, R. C. *et al.* (Orgs.). Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil** [online]. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v.1, p. 43-48, 2010. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/z3529/pdf/forzza-9788560035083-05.pdf>. Acesso em: 26 out. 2018.

MARQUES, L. C. Preparação de extratos vegetais. **Jornal Brasileiro de Fitomedicina**, v. 3, n. 2, p. 74-76, abr./mai./jun. 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266410215_Preparacao_de_extratos_vegetais. Acesso em: 29 set. 2018

MARTINS, M. B. G. *et al.* Caracterização anatômica da folha de *Cymbopogon citratus* (CD) Stapf (Poaceae) e perfil químico do óleo essencial. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 6, n. 3, p. 20-29, mar. 2004. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/67755>. Acesso em: 05 out. 2018.

MENEZES, M. **Aspectos biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum***. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, v. 3, p.170-179, 2006. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/107/98>. Acesso em: 31 out. 2018.

MING, L. C. Estudo e pesquisa de plantas medicinais na agronomia. **Horticultura Brasileira**, v. 12, n.1. p. 3-9, 1994. Disponível em: http://www.horticulturabrasileira.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=121&artigo=http://www.horticulturabrasileira.com.br/images/stories/12_1/19941211.pdf Acesso em: 13 jan. 2021.

MORAES, A. M. L.; R. A. PAES; V. L. HOLANDA. Micologia. *In*: MOLINARO, E. M; CAPUTO, L. F. G; AMENDOEIRA, M. R. R. (Orgs.). **Conceitos e Métodos para formação de profissionais em laboratórios de saúde** (série), v. 4. Rio de Janeiro: EPSJV, IOC, 2009. Disponível em: <http://www.epsjv.fiocruz.br/publicacao/livro/conceitos-e-metodos-para-formacao-de-profissionais-em-laboratorios-de-saude-volum-0>. Acesso em: 23 out. 2018.

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 27, n. 2, p. 4050-4063, ago. 2009. (Suplemento. CD-ROM). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/143457/1/2009AA-051.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2021.

NAVARRO, D. F. **Estudo químico, biológico e farmacológico das espécies *Allamanda blanchetti* e *Allamanda schottii* Pohl para a obtenção de frações e moléculas bioativas de potencial terapêutico**. 2005. Tese (Doutorado em Química) - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/102443>. Acesso em: 23 out. 2018.

NEGRELLE, R. R. B.; GOMES, E. C. *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf: chemical composition and biological activities. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, v. 9, n. 1, p. 80–92, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266884253_Cymbopogon_citratus_DC_Stapf_Chemical_composition_and_biological_activities. Acesso em: 05 out. 2018.

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

file:///C:/Users/COMPUTER/AppData/Local/Temp/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Efeito%20do%20tratamento%20fungicida%20em%20sementes%20e%20no%20controle%20de%20tombamento%20de%20pl%C3%A2ntulas%20de%20pepino%20(Cucumis%20sativus%20L.)%20e%20piment%C3%A3o%20(Capsicum%20annuum%20L.).pdf. Acesso em: 11 nov. 2018.

OLIVEIRA, L. P. *et al.* Estudo da atividade antioxidante do extrato bruto hidroalcoólico do capim-cidreira (*Cymbopogon citratus*) pelo método DPPH. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 16, n. 29; p. 2034, 2019. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2019a/sau/estudo.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2020.

OLIVEIRA, M. S.; FURLONG, E. B. Screening of antifungal and antimycotoxigenic activity of plant phenolic extracts. **World Mycotoxin Journal**, May 2008; 1(2): 139-146. Disponível em: <https://www.wageningenacademic.com/doi/epdf/10.3920/WMJ2008.1006>. Acesso em: 01 abr. 2021.

OLIVEIRA, T. A. S. *et al.* Biocontrole de doenças pós-colheita de frutas. **RAPP**, v. 23, jan. 2015. p. 293-325. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283505400_Biocontrole_de_doencas_pos-colheita_de_frutas. Acesso em: 29 out. 2018.

ORTIZ, R. S.; MARRERO, G. V.; NAVARRO, A. L. T. Instructivo técnico Del cultivo de *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf (caña santa). **Revista Cubana Plantas Medicinales**, ciudad de la Habana, n. 2, Mayo-ago. 2002. Disponível em: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962002000200007&script=sci_arttext&tlng=en. Acesso em: 04 out. 2018.

PARISI, M. C. M.; HENRIQUE, C. M.; PRATI, P. Doenças pós-colheita: um entrave na comercialização. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 12, n. 2, jul./dez. 2015. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2015/julho-dezembro-3/1667-doencas-pos-colheita-um-entrave-na-comercializacao/file.html>. Acesso em: 29 out. 2018

PEIXOTO, A. L.; MAIA L. C. (Orgs.). **Manual de procedimentos para herbários**. Recife: Editora Universitária da UFPE. Recife-PE, 2013. Disponível em: http://inct.florabrasil.net/wp-content/uploads/2013/11/Manual_Herbario.pdf. Acesso em: 05 out. 2018.

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

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

PEREIRA, R. B. *et al.* Potential of essential oils for the control of brown eye spot in coffee plants. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 115-123, jan./fev., 2011. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542011000100014&l. Acesso em: 03 abr. 2021.

PEREIRA, S. L. *et al.* Vasodilator Activity of the Essential Oil from Aerial Parts of *Pectis brevipedunculata* and Its Main Constituent Citral in Rat Aorta. **Molecules**, v. 18, n. 3, p. 3072-3085, 2013. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Vasodilator-activity-of-the-essential-oil-from-of-Pereira-Marques/181fff98f6d6caaa5c3da34ecbc2d79e4effa4c8>. Acesso em: 22 out. 2018. II.

PIMENTA, A. A. **Caracterização morfológica, patogênica e genética de isolados de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose em manga (*Mangifera indica* L.)**. 2009. 79f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/96963>. Acesso em: 31 out. 2018.

PINTO, D. A. *et al.* Produtividade e qualidade do óleo essencial de capim-limão, *Cymbopogon citratus*, DC., submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Plantas Medicináveis**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 54-61, mar. 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-5722014000100008&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 25 set. 2018.

PORT'S, P. S. Compostos fenólicos e potencial antioxidante de ervas consumidas na região amazônica brasileira. 2011. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2011. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/254810/1/Vasconcelos_PollyanedaSilvaPortMarcalde_M.pdf. Acesso em: 23 dez. 2020.

PRINS, C. L. *et al.* Efeitos do confinamento do sistema radicular sobre capim-limão (*Cymbopogon citratus*). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 39, n. 3, p. 416-421, jul./set. 2008. Disponível em: <http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/80>. Acesso em: 15 out. 2018.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

QUEIROZ, T. B. *et al.* Avaliação farmacognóstica de *Cymbopogon citratus*, *Lippia alba* e *Melissa officinalis*. **Revista Ciências Farmacêuticas**, v. 35, Supl. 1, ago. 2014. Disponível em: <http://serv-bib.fcfa.unesp.br/seer/jornada/pdf/FM24.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2020.

ROZWALKA, L. C. Controle alternativo da antracnose em frutos de goiabeira, em laboratório. 2003. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2003. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/34573>. Acesso em: 09 jan. 2021.

ROZWALKA, L. C. *et al.* Extratos, decoctos e óleos essenciais de plantas medicinais e aromáticas na inibição de *Glomerella cingulata* e *Colletotrichum gloeosporioides* de frutos de goiaba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, mar./abr. 2008. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782008000200001&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 07 out. 2018.

SANTOS, A. *et al.* Determinação do rendimento e atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf em função de sazonalidade e consorciamento. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 19(2A), abr./jun. 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-695X2009000300017. Acesso em: 26 jun. 2020.

SANTOS, C. A. B.; SILVA, A. P. M. Viabilidade do uso de inseticidas botânicos extraídos de plantas exóticas. **Educação Ambiental em Ação**, n. 54, dez. 2015. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=2241>. Acesso em: 20 jan. 2021.

SANTOS, E. R. D. **Material Complementar ao livro Sistemática Vegetal I: Fungos**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2015. Disponível em: <https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/1311301/course/section/972329/Drechsler-Santos%202015%20material%20did%C3%A1tico%20fungos%20encarte%20EAD.pdf>. Acesso em: 23 out. 2018.

SANTOS, P. L. *et al.* Utilização de extratos vegetais em proteção de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 2562-2576, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/137597>. Acesso em: 20 out. 2018.

SCHANEBERG, B. T.; KHAN, I. A. Comparison of Extraction Methods for Marker Compounds in the Essential Oil of Lemon Grass by GC. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 6, p. 1345-1349, 2002. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf011078h>. Acesso em: 22 out. 2018

SCHUCK, V. *et al.* Avaliação da atividade antimicrobiana de *Cymbopogon citratus*. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 37, n. 1, jan./abr. 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237607453_Avaliacao_da_atividade_antimicrobiana_de_Cymbopogon_citratus. Acesso em: 04 nov. 2018.

SEGTOWICK, E. C. S.; BRUNELLI, L. T. VENTURINI FILHO, W. G. Avaliação físico-química e sensorial de fermentado de acerola. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 147-154, abr./jun. 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/bjft/v16n2/aop_bjft_2612.pdf. Acesso em: 11 nov. 2018.

SEIXAS, P. T. L. *et al.* Controle fitopatológico do *Fusarium subglutinans* pelo óleo essencial do capimcitronela (*Cymbopogon nardus* L.) e do composto citronelal. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 13, especial, p. 523-526, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722011000500003. Acesso em: 26 jun. 2020.

SILVA, C. T. B. **Estudo dos sistemas produtivos da Cooperativa Agropecuária dos Produtores Familiares Irituienses e o potencial de extratos de plantas medicinais no manejo de pragas e doenças do maracujazeiro**. 2015. 107f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável). Universidade Federal do Pará, Belém-PA, 2015. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1032962/1/DissertacaoClenildaTolentinoBentodaSilva.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2021.

SILVA, E. V. **Farelos dos frutos de *Geoffroea spinosa***: composição química, caracterização térmica e físico-química e aplicação como aditivos de pães. 2013. 175f. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/7086>. Acesso em: 02 set. 2018.

SILVA, E. V. **Potencialidades da pimenta biquinho (*Capsicum chinense*) como aditivo natural**. 2017. Doutorado (Tese de Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal da Paraíba, 2017. Disponível em: http://www.quimica.ufpb.br/ppgq/contents/documentos/teses-e-dissertacoes/teses/2017/Tese_Everton_V_Silva.pdf/@@download/file/Tese_Everton_V_Silva.pdf. Acesso em: 05 out. 2018.

SILVA, F. F. M. *et al.* Análise da composição química do óleo essencial de capim santo (*Cymbopogon citratus*) obtido através de extrator por arraste com vapor d'água construído com materiais de fácil aquisição e baixo custo. **HOLOS**, Natal-RN, v. 4, 2014. Disponível em: http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/1762/pdf_59. Acesso em: 23 set. 2018.

SILVA, K. S. *et al.* Patogenicidade causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) em diferentes espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 1, p. 131-133, abr. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/0D/rbf/v28n1/29710.pdf>. Acesso em: 31 out. 2018.

SILVA, N. L. *et al.* Determinação da atividade antioxidante e do teor de flavonoides totais equivalentes em quercetina em extrato aquoso de folhas de *Cymbopogon citratus* (d.c.) stapf e *Melissa officinalis* lam obtidos por decocção. **Conexão Ciência**, Formiga-MG, v. 12, n. 1, p. 46-53, 2017. Disponível em: <https://periodicos.uniformg.edu.br:21011/ojs/index.php/conexaociencia/article/view/499>. Acesso em: 14 dez. 2020.

SILVA, P. D. Determinação de compostos fenólicos por HPLC. 2012. 136f. Dissertação (Mestrado em Química Industrial) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2012. Disponível em: <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/2766/1/Disserta%C3%A7...pdf>. Acesso em: 10 dez. 2019.

SILVA, R. R.; COELHO, G. D. **Fungos principais grupos e aplicações biotecnológicas**. Instituto de Botânica, São Paulo, 2006. Disponível em: http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/Web/pdf/Fungos_Ricardo_Silva_e_Glauceane_Coelho.pdf. Acesso em: 24 out. 2018.

SILVEIRA J. C. *et al.* Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n.15, 2012. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20exatas%20e%20da%20terra/levantamento%20e%20analise.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2018.

SIMÕES, C. M. O. *et al.* (Orgs.). **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. 6. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: Editora da UFSC, 2007.

SOUSA, C. M. M. *et al.* Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 351-355, mar./abr. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v30n2/20.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

SOUSA, R. M. S; SERRA, I. M. R. S.; MELO, T. A. Efeito de óleos essenciais como alternativa no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, em pimenta. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 38, n. 1, p. 42-47, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sp/v38n1/v38n1a07.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2018.

SOUSA, R. S. F. **Desenvolvimento e otimização de formas farmacêuticas orais contendo *Cymbopogon citratus***. 2016. 98f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias do Medicamento) - Faculdade de Farmácia, Universidade de Coimbra, 2016. Disponível em: <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/40728>. Acesso em: 12 ago. 2019.

SOUZA, A. E. F.; ARAÚJO, E.; NASCIMENTO, L. C. Atividade Antifúngica de Extratos de Alho e Capim-Santo sobre o Desenvolvimento de *Fusarium proliferatum* Isolado de Grãos de Milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 6, nov./dez. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/fb/v32n6/a03v32n6.pdf>. Acesso em: 25 set. 2018.

SOUZA JÚNIOR, I. T.; SALES, N. L. P.; MARTINS, E. R. Efeito fungitóxico de óleos essenciais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*, isolado do maracujazeiro amarelo. **Revista Biotemas**, v. 22, n. 3, set. 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/viewFile/19529/17918> Acesso em: 07 out. 2018.

SOUZA, L. A. Exercícios sobre a classificação do carbono. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-quimica/exercicios-sobre-classificacao-carbono.htm>. Acesso em: 25 out. 2018. II.

STREIT, N. M. *et al.* As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, mai./jun., 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v35n3/a43v35n3.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2021.

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