



Avanços Científicos, Tecnológicos e de Inovação na Botânica

André Luiz Oliveira de Francisco
(Organizador)



Avanços Científicos, Tecnológicos e de Inovação na Botânica

André Luiz Oliveira de Francisco
(Organizador)

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Lorena Prestes

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A946	<p>Avanços científicos, tecnológicos e de inovação na botânica [recurso eletrônico] / Organizador André Luiz Oliveira de Francisco. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-985-1 DOI 10.22533/at.ed.851201402</p> <p>1. Biologia vegetal. 2. Botânica – Tecnologia. 3. Meio ambiente – Conservação. I. Francisco, André Luiz Oliveira de.</p> <p style="text-align: right;">CDD 582.1</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O livro Avanços Científicos, Tecnológicos e de Inovação na Botânica traz ao leitor temas originais e abordagens diferenciadas, sendo 7 capítulos, nos quais o leitor poderá desfrutar de pontos da biologia vegetal aplicada relacionado a temáticas anatômicas, histológicas, bioquímicas, fisiológicas todas com aplicações em diversos setores da ciência.

A obra tem como objetivo apresentar estudos científicos recentes e inovadores que buscam colocar enfoque em temáticas pouco abordadas (raras), mas com grande aplicabilidade e informações ainda pouco dominadas da biologia vegetal nos ambientes acadêmicos, promovendo atualização do conhecimento e abrindo caminho para novos enfoques e ideias de pesquisa.

A abrangência dos temas promove uma teia de informações que levam a diferentes áreas do conhecimento científico se encontrando em torno do amplo mundo a botânica. Temas como tecnologia de sementes, anatomia e morfologia vegetal, fisiologia vegetal, bioquímica se inter-relacionando num mesmo capítulo a fim de demonstrar dados ainda pouco conhecidos e utilizando-se de técnicas diversas, desde simples como avaliações histológicas a complexas como a cromatografia, levando ao leitor experiências de conhecimento diferenciadas.

A aplicação dos temas estudados é constante nos capítulos presentes na bibliografia, sempre com alcance a diferentes áreas do conhecimento inclusive em um mesmo capítulo. Esta abrangência de áreas na obra amplia a utilidade desta em diferentes ambientes acadêmicos, além de promover a apresentação e integração de temáticas pouco conhecidas entre as áreas do conhecimento.

Neste sentido ressaltamos a importância desta leitura de forma a incrementar o conhecimento da aplicabilidade da botânica e sua inter-relação com áreas do conhecimento correlatas, somando-se a estes, artigos com temas pouco retratadas. Assim tornando sua leitura uma abertura de fronteiras para sua mente com qualidade e didática promovida pela estrutura da Atena Editora. Boa leitura!

André Luiz Oliveira de Francisco

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA E HISTOQUÍMICA DA LÂMINA FOLIAR DE <i>SIDA rhombifolia</i> L.	
Rafaela Damasceno Sá Cledson dos Santos Magalhães Karina Perrelli Randau	
DOI 10.22533/at.ed.8512014021	
CAPÍTULO 2	11
GERMINAÇÃO <i>IN VITRO</i> E PROPAGAÇÃO DE <i>CYRTOPODIUM FLAVUM</i> (ORCHIDACEAE) UTILIZANDO O SECCIONAMENTO DE PROTOCORMOS	
Suzana Stefanello Fabielle Garcia Zandonadi da Cruz Carina Kozera Samara Zanella	
DOI 10.22533/at.ed.8512014022	
CAPÍTULO 3	24
IDENTIFICAÇÃO DE ISOPRENOIDES NA FRAÇÃO HEXÂNICA DAS FOLHAS DE <i>MACHAERIUM ACUTIFOLIUM</i> POR CG-EM	
Adonias Almeida Carvalho Jurema Santana de Freitas Lucivania Rodrigues dos Santos Bruno Quirino Araújo Mariana Helena Chaves	
DOI 10.22533/at.ed.8512014023	
CAPÍTULO 4	35
MUDANÇAS NA MORFOLOGIA DOS SILICOFITÓLITOS DE ACORDO COM A SENESCÊNCIA DAS FOLHAS DA ESPÉCIE <i>Brachiaria decumbens</i> WILD	
Heloisa Helena Gomes Coe Raphaella Rodrigues Dias Giliane Gessica Rasbold Sarah Domingues Fricks Ricardo Igo Fernando Lepsch	
DOI 10.22533/at.ed.8512014024	
CAPÍTULO 5	50
ÓLEOS ESSENCIAIS DE CITRONELA (<i>CYMBOPOGON NARDUS</i> L.) RENDLE - (POACEAE): COMPOSIÇÃO, ATIVIDADES ANTIOXIDANTE E ANTIBACTERIANA	
Stelina Timani Pinheiro Pedro Henrique Ferreira Tomé Mônica Hitomi Okura Nilvanira Donizete Tebaldi Nágilla Daliane Feliciano Edson José Fragiorge	
DOI 10.22533/at.ed.8512014025	

CAPÍTULO 6	64
POLÍMEROS DE PAREDE CELULAR E CARBOIDRATOS NÃO ESTRUTURAIIS DE ESPÉCIES ARBÓREAS PIONEIRAS E NÃO PIONEIRAS DA FLORESTA ATLÂNTICA DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL	
Bernardo Pretti Becacici Macieira	
DOI 10.22533/at.ed.8512014026	
CAPÍTULO 7	78
PRODUÇÃO E VARIAÇÕES QUÍMICAS DE ÓLEOS ESSENCIAIS: UMA BREVE REVISÃO SOBRE OS FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE E A QUANTIDADE	
Ygor Jessé Ramos	
Jéssica Regina Sales Felisberto	
Claudete da Costa - Oliveira	
Elisama Duarte de Pontes	
Daniel de Brito Machado	
Irene Candido Fonseca	
Davyson de Lima Moreira	
DOI 10.22533/at.ed.8512014027	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	105
ÍNDICE REMISSIVO	106

ÓLEOS ESSENCIAIS DE CITRONELA (*CYMBOPOGON NARDUS L.*) RENDLE - (POACEAE): COMPOSIÇÃO, ATIVIDADES ANTIOXIDANTE E ANTIBACTERIANA

Data de aceite: 06/02/2020

Stelina Timani Pinheiro

stelina.timani@gmail.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus
Uberaba / Minas Gerais.

Pedro Henrique Ferreira Tomé

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus
Uberaba / Minas Gerais.

Mônica Hitomi Okura

Universidade Federal do Triângulo
Mineiro – Campus
Uberaba / Minas Gerais.

Nilvanira Donizete Tebaldi

Universidade Federal de
Uberlândia – Campus Umuarama
Uberlândia / Minas Gerais.

Nágilla Daliane Feliciano

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus
Uberlândia / Minas Gerais.

Edson José Fragiorge

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus
Uberaba / Minas Gerais.

bebidas e cosméticos para evitar ou reduzir a deterioração lipídica e a contaminação por micro-organismos. O objetivo deste estudo foi avaliar a composição físico-química, atividades antioxidante e antibacteriana de óleos essenciais de citronela (*Cymbopogon nardus* L.). Os ensaios foram realizados no laboratório de microbiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, no campus de Uberaba, MG, em parceria com os laboratórios de controle de qualidade das empresas Laborphys Análises Físico-químicas e Microbiológicas e Luvik do Brasil. Foram coletadas amostras de quatro fabricantes no Brasil. Os parâmetros das análises físico-químicas e cromatográficas, cor, densidade, índice de refração, índice de acidez e cinzas sulfatadas, foram conduzidos de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz, 2008. A atividade antioxidante foi realizada, utilizando os métodos de redução do radical livre DPPH• de acordo com as metodologias de Sousa et al. (2007) e Lopes-Lutz et al. (2008) com algumas modificações e o ensaio de oxidação do sistema β -caroteno/ácido linoleico foi realizado de acordo com as metodologias de Kulisic et al. (2004) e Lopes-Lutz et al. (2008). A atividade antibacteriana foi segundo metodologia da Clinical and Laboratory Standards Institute, 2012, document M07-A9. As cepas padronizadas foram *Enterobacter aerogenes* ATCC 13.048,

RESUMO: Os óleos essenciais podem ser empregados na indústria de alimentos,

Escherichia coli ATCC 25.922, *Salmonella enteritidis* ATCC 13.076, *Staphylococcus aureus* ATCC 25.923, *Bacillus cereus* ATCC 11.778, *Pectobacterium* spp. (UFU-C8), *Pantoea ananatis* (UFU-D14), *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (UFU-B7) e *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9.027). Os constituintes majoritários encontrados nos óleos essenciais de *C. nardus*, foram o citronelal (22,161% a 77,806%) e geraniol (0,061% a 28,506%). Os parâmetros como cor e índice de refração estavam de acordo com a Farmacopéia Britânica. Densidade relativa, índice de acidez e cinzas sulfatadas encontraram-se dentro das especificações dos fabricantes. As amostras apresentaram atividades antioxidante e antibacteriana contra às Bactérias Gram positiva e Gram negativas que foram testadas.

PALAVRAS-CHAVE: Concentração inibitória mínima; Compostos secundários; Compostos bioativos.

ESSENTIAL OILS OF CITRONELLA (*CYMBOPOGON NARDUS* L.) RENDLE - (POACEAE): COMPOSITION, ANTIOXIDANT AND ANTIBACTERIAL ACTIVITIES

ABSTRACT: Essential oils can be used in the food industry, drinks and cosmetics to prevent or reduce lipid deterioration and contamination by microorganisms. The aims of this study were to evaluate the physical-chemical composition, the antioxidant and antibacterial activities of the citronella (*Cymbopogon nardus*). The tests were performed in the microbiology laboratory of the Federal Institute of Education, Science and Technology of the Triângulo Mineiro, on the *campus* of Uberaba-MG, in partnership with the laboratories of quality control of Laborphys Physical-chemical and microbiological analysis and Luvik of Brazil. Samples were collected from four manufacturers in Brazil. The parameters of the physical-chemical analyzes and chromatography, color, density, refraction index, acidity index and sulphated ash were conducted according to the methodology of the Adolfo Lutz Institute, 2008. The antioxidant activity was performed by using the methods of reducing free radical DPPH● according to the methodologies of Sousa et al. (2007) and Lopes-Lutz et al. (2008) with some modifications and the test of oxidation of the system β -carotene/linoleic acid was performed according to the methodologies of Kulisic et al. (2004) and Lopes-Lutz et al. (2008). The antibacterial activity was according to the methodology of Clinical and Laboratory Standards Institute, 2012, document M07-A9. The standard strains were *Enterobacter aerogenes* ATCC 13,048, *Escherichia coli* ATCC 25,922, *Salmonella enteritidis* ATCC 13,076, *Staphylococcus aureus* ATCC 25,923, *Bacillus cereus* ATCC 11,778, *Pectobacterium* spp. (UFU-C8), *Pantoea ananatis* (UFU-D14), *Xanthomonas campestris* PV. *campestris* and *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9,027). In the chromatographic analyzes, the majority constituents found in essential oils of *C. nardus*, were the citronellal (22.161% to 77.806%) and geraniol (0.061% to 28.506%). The parameters such as color and refraction index were in accordance with the the British Pharmacopoeia. Relative density, acidity index and sulfated ash were found within manufacturers' specifications.

The samples presented antioxidant and antibacterial activities against Gram positive and Gram negatives bacteria that were tested.

KEYWORDS: Minimum Inhibitory Concentration; secondary compounds; bioactive compounds.

1 | INTRODUÇÃO

A humanidade é impulsionada por necessidades de uso. A dor fez com que o homem buscasse o analgésico, a doença, o remédio. Portanto, é fácil inferir que o uso de partes de plantas e animais no combate às doenças seja tão antigo quanto a própria humanidade (OLIVEIRA; AKISUE, 2009). O uso de produtos naturais como matéria-prima para a síntese de substâncias bioativas, especialmente fármacos, tem sido amplamente relatado ao longo do tempo (SIMÕES et al., 2010). Segundo Guimarães (2010) devido a ampla biodiversidade existente no mundo, as plantas podem contribuir para a descoberta de novos antibióticos por apresentam um amplo espectro de atividade e inibição comprovada contra algumas bactérias e fungos (SILVA, 2010). Partes da planta como raiz, caule, folha podem fornecer substâncias ativas que serão empregadas na obtenção de um medicamento (ROSA, BARCELOS E BAMPI, 2012). Para Kelsey, Ronald e Rodrigues (1984), os óleos essenciais são fontes em potencial de substâncias biologicamente ativas contra micro-organismos, sendo comprovada em diversos estudos realizados em países com flora diversificada (SILVA et al., 2010; CARVALHO et al., 2013) APUD GREATTI et al, 2014).

O aparecimento de micro-organismos resistentes aos agentes antimicrobianos existentes tem incentivado a busca por novas substâncias com atividades antimicrobianas (MENDES et al., 2011). Nos últimos anos ocorreu um aumento na busca por medicamentos alternativos, o que propiciou um avanço nas pesquisas relacionadas aos efeitos farmacológicos de plantas medicinais (OLIVEIRA, 2010).

Segundo Castro et al. (2007) o *Cymbopogon nardus* L. Rendle (capim citronela), é uma planta originada do Ceilão e da Índia, pertence à família *Poaceae*, subfamília *Panicoideae*. De acordo com Andrade et al. (2012), seu óleo essencial é extraído das folhas recém cortadas e seus componentes majoritários os monoterpenos acíclicos, citronelal (47,12%), geraniol (18,56%), e citronelol (11,07%).

Diante do exposto o objetivo desse trabalho foi avaliar a composição físico-química, antioxidante e a atividade antibacteriana de óleos essenciais de citronela (*Cymbopogon nardus* L.), demonstrando que o óleo de citronela é uma alternativa de utilização nas indústrias de alimentos, bebidas, produtos de higiene pessoal e cosméticos para evitar ou reduzir a deterioração lipídica e a contaminação por micro-organismos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

A matéria-prima foi adquirida por meio de doação proveniente de quatro empresas diferentes, e os componentes químicos principais foram informados através de literatura e laudos técnicos disponibilizados pelos fabricantes. A fabricação das amostras variou de dezembro de 2015 a agosto de 2016. As mesmas foram armazenadas em embalagens de plástico adequadas, protegidas da luz e umidade. Foram transportadas em condições adequadas em temperatura entre 15 – 30°C. O volume mínimo de amostra foi 500 mL.

2.2 Caracterização química e quantificação dos principais constituintes do óleo essencial

2.2.1 Cromatograma

As análises foram realizadas em um cromatógrafo gasoso acoplado a espectrômetro de massa (Shimadzu GCMS-QP2010) utilizando-se uma coluna capilar de sílica fundida Rtx-5MS (Restek, Bellefonte, IL, USA) com 30 m × 0,25 mm, 0,25 µm de espessura de filme e fase estacionária composta por poli (5% difenil 95% dimetil) siloxano. O programa de temperatura foi o mesmo descrito na seção anterior, e o gás de arraste utilizado foi o Hélio (He), a um fluxo de 1,2 mL/min. Parâmetros de operação do EM: temperatura da interface: 220,0 °C; modo de ionização por impacto eletrônico a 70 eV; faixa de massa: 35-350 m/z (0,5 scan/s). As amostras foram previamente dissolvidas em Diclorometano (CH₂Cl₂) (1:100 v/v) e 1 µL da solução resultante foi injetado no modo split (1:10). Os componentes individuais foram identificados inicialmente por comparação dos respectivos espectros de massas com aqueles disponíveis na base de dados NIST 05 e por comparação dos índices de retenção (IR) relativos uma série homóloga de hidrocarbonetos alifáticos C₇-C₃₀ com valores descritos na literatura (ADAMS, 2001).

2.2.2 Cor

Avaliação instrumental da cor foi determinada pelo método instrumental de leitura em ponto único, superfície horizontal e sua região equatorial, em triplicata, utilizando-se o colorímetro digital portátil Konica Minolta® Chroma Meter CR400 após calibração com placa de porcelana branca (CR-A43). O equipamento foi programado para executar leituras considerando o observador-padrão 2° e o iluminante D65 (correspondente à luz do dia) padronizados pela Commission Internationale de L'Éclairage em 1931. Os valores de L* (Luminosidade) a*, b*, C* (Croma ou Saturação da Cor) e °h (Ângulo Hue, ou seja, Tonalidade ou Matiz) foram mensurados e o espaço de cor adotado para a interpretação dos resultados foi o CIELAB Minolta (1994).

2.2.3 Densidade, índices de refração e acidez e cinzas sulfatadas

Os parâmetros de densidade, índice de refração, acidez e cinzas sulfatadas foram realizados de acordo com as metodologias descritas no Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

2.2.4 Avaliação *in vitro* de atividade antioxidante

O potencial antioxidante dos óleos essenciais foi avaliado pelas metodologias do consumo do radical DPPH• e da inibição da oxidação do sistema β -caroteno/ácido linoleico. Para fins de comparação foram empregados os padrões timol e ácido ascórbico, por possuírem atividade antioxidante reconhecida e o antioxidante sintético BHT. Todas as análises foram realizadas em triplicata, sendo calculada a média dos resultados.

2.2.5 Capacidade de sequestrar o radical livre DPPH•

A avaliação da atividade antioxidante diante do consumo de DPPH• foi realizada de acordo com as metodologias de Sousa et al. (2007) e Lopes-Lutz et al. (2008) com algumas modificações.

Foi preparada uma solução metanólica de DPPH• na concentração de $40 \mu\text{g mL}^{-1}$. Os óleos essenciais foram diluídos em metanol nas concentrações (500; 300; 100; 50; 25; 10; $5 \mu\text{g mL}^{-1}$). Para a avaliação, foram adicionados em um tubo de ensaio 2,7 mL da solução estoque de DPPH•, seguido da adição de 0,3 mL da solução de óleo essencial. Paralelamente, foi preparado o branco, sendo este uma mistura de 2,7 mL de metanol e a solução metanólica dos compostos avaliados. Após 60 minutos foram realizadas leituras em espectrofotômetro (Shimadzu UV-160 1 PC) no comprimento de onda de 515 nm (TEPE et al., 2005). A atividade antioxidante foi calculada de acordo com Sousa et al. (2007).

Para a obtenção da CI_{50} , foram plotados gráficos com os valores de %I do DPPH• versus as concentrações analisadas. Para fins de comparação foram testados os padrões timol e ácido ascórbico, por possuírem atividade antioxidante reconhecida. A curva analítica foi construída utilizando as concentrações 50; 25; 10; 5; 2,5; $1 \mu\text{g mL}^{-1}$ para o ácido ascórbico e para o timol utilizou-se as mesmas concentrações dos óleos.

2.2.6 Sistema β -caroteno/ácido linoleico

A avaliação da atividade antioxidante utilizando o ensaio do β -caroteno/ácido linoléico foi realizada de acordo com as metodologias apresentadas por Kulisic et al. (2004) e Lopes-Lutz et al. (2008) com algumas modificações.

Preparou-se solução de β -caroteno em clorofórmio ($0,3 \mu\text{g mL}^{-1}$), após adicionou-se 60 μL de ácido linoléico, 600 mg de Tween 20 e 1,5 mL de clorofórmio, sendo o

clorofórmio evaporado em rotaevaporador. Posteriormente, 150 mL de água destilada saturada com oxigênio foram acrescentados na mistura sob agitação constante (emulsão A). Em seguida 2,8 mL da emulsão A foram colocados em tubos de ensaio e sob estas foram acrescentados 200 μ L das soluções metanólicas dos compostos na concentração de 500 mg L⁻¹. Paralelamente, foram preparadas duas soluções, uma sem o antioxidante (testemunha absoluta), e outra com os mesmos reagentes de A, sem o β -caroteno (emulsão B - branco).

As leituras das amostras foram realizadas no tempo 0, em seguida os tubos foram incubados a 50 °C para a reação de oxidação e a leitura da absorbância foi medida após um intervalo de 60 minutos.

A atividade antioxidante foi expressa como porcentagem de inibição após 60 minutos de incubação de acordo com Kulisic et al. (2004).

Para a obtenção da CI₅₀, foram plotados gráficos como os valores de %I da degradação do β -caroteno versus as concentrações analisadas. Para fins de comparação foram testados, os padrões, timol e ácido ascórbico, por possuírem atividade antioxidante reconhecida. As curvas analíticas dos padrões foram construídas utilizando-se as mesmas concentrações utilizadas para os óleos essenciais.

2.3 Micro-organismos utilizados e protocolo experimental

No presente estudo foi avaliada a atividade antibacteriana das amostras de óleos essenciais de citronela frente cepas de *Enterobacter aerogenes* ATCC 13.048, *Escherichia coli* ATCC 25.922, *Salmonella enteritidis* ATCC 13.076, *Staphylococcus aureus* ATCC 25.923, *Bacillus cereus* ATCC 11.778, *Pectobacterium* spp. (UFU-C8), *Pantoea ananatis* (UFU-D14), *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (UFU-B7) e *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9.027, para avaliar possível atividade antibacteriana do óleo essencial comercial.

A CIM (Concentração Inibitória Mínima) foi avaliada por meio da inoculação, pela técnica de macrodiluição em tubos (Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically; Approved Standard – Ninth Edition. CLSI document M07-A9) (CLSI, 2012). Das amostras dos óleos foram feitas diluições seriadas obtendo-se dez concentrações (1.000,0 μ g mL⁻¹ a 1,9 μ g mL⁻¹). As bactérias foram cultivadas em ágar BHI (Brain Heart Infusion Agar) (DIFCO®), a 37°C, durante um período de 24 a 48 horas, dependendo do gênero bacteriano. Os cultivos foram suspensos em solução salina estéril a 0,85% (m/v) até ajuste da turvação à escala 0,5 de Mc Farland ajustando-se assim a uma densidade da suspensão cerca de 1,5 x 10⁸ UFC mL⁻¹ (Unidades Formadoras de Colônias/mL), sendo ativadas especificamente para este estudo. Cada linhagem bacteriana foi ajustada na escala padronizada 0,5 de Mc Farland (1,5 x 10⁸ UFC mL⁻¹ – Unidades Formadoras de Colônias por mililitro), e diluídas a 2,0% em Tween 80 (2,0%), desta foi transferido 1,0 mL a cada concentração. Em paralelo, foram adicionados controle negativo e controle positivo, integralizando dez tratamentos realizados em duplicata.

2.4 Análise estatística

Os resultados dos parâmetros das análises físico-químicas dos óleos essenciais de citronela foram expressos em médias e seus desvios-padrões.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Cromatograma

Os dois principais constituintes majoritários dos óleos essenciais (Citronelal e Geraniol) foram identificados e quantificados por comparação dos resultados obtidos (índices de retenção e espectros de massa) com os dados da literatura.

Pelos dados descritos na Tabela 1, observa-se que os valores de Citronelal variam entre 22,158% a 77,797%. Já os valores de Geraniol variaram entre 0,061 a 28,503%.

Oliveira et al. (2011), avaliando os compostos químicos do *Cymbopogon nardus*, encontraram valores de Citronelal (34,61%) e Geraniol (23,18%), corroborando com os valores encontrados nesse trabalho para três das amostras testadas. Posteriormente Andrade et al. (2012), avaliando a composição do óleo essencial de citronela encontram resultados de Citronelal (47,12%) e Geraniol (18,56%). Segundo Bandeira et al. (2011), os constituintes e as concentrações dos óleos essenciais não somente dependem da planta, como também da época e sistemas de cultivo e adubações (LUZ et al., 2014). Pesquisas de Marco et al. (2007) revelaram que o teor de geraniol pode ser afetado pela época do corte, sendo que o melhor resultado é obtido quando as plantas são colhidas de quatro a seis meses após o plantio.

Amostras	% Citronelal	% Geraniol
1	77,797	0,061
2	22,158	28,503
3	29,561	21,334
4	37,274	21,669

Tabela 1. Resultados obtidos das análises cromatográficas da amostra 1, amostra 2, amostra 3 e amostra 4 do óleo de citronela (*Cymbopogon nardus*)

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2 Características físico-químicas

Os ensaios de qualidade dos óleos essenciais objetivam a verificação da pureza do material e a caracterização dos componentes químicos da espécie em estudo (SIMÕES et al., 2010).

3.2.1 Cor

A amostra 1 apresentou valores médios de L^* 42,04 ; a^* -1,57 b^* 5,35, próximo de uma cor levemente amarelada.

Já as amostras 2 e 3 apresentaram valores médios respectivamente de $L^* 40,07$; $a^* -3,12$ $b^* 15,05$, $L^* 35,45$; $a^* -1,98$ $b^* 17,59$, próximo da cor amarelada.

A amostra 4 apresentou valores médios de $L^* 35,75$; $a^* 0,76$ $b^* 12,08$, o que indica uma coloração mais próxima do laranja.

3.2.2 Densidade Relativa

Os valores médios obtidos variaram de 0,8644 à 0,8668 para o parâmetro densidade, demonstrando que estavam dentro das especificações dos fabricantes, mas apresentaram valores abaixo do especificado na Farmacopéia Britânica (0,881 a 0,895 g/mL) (BRITISH PHARMACOPEIA, 2008).

3.2.3 Índice de Refração

O índice de refração é característico para cada tipo de óleo, dentro de certos limites. O índice de refração dos óleos essenciais de citronela testados está de acordo com a Farmacopéia Britânica que determina variação de 1,463 a 1,475 (BRITISH PHARMACOPEIA, 2008).

3.2.4 Índice de Acidez

A determinação da acidez pode fornecer um dado importante na avaliação do estado de conservação do óleo. Índices elevados de acidez são sugestivos de hidrólise acentuada dos ésteres constituintes da matéria graxa. As causas da degradação incluem tratamentos químicos integrantes dos processos industriais de extração e purificação, atividade bacteriana, ação catalítica (calor, luz), estocagem inadequada e presença de impurezas como a umidade, entre outros. (ANVISA, 2010). Os resultados mostraram valores 1,29 a 3,05 mg KOH g⁻¹ para o índice de acidez, o que indicam que os valores estão dentro das especificações dos fabricantes desses óleos.

3.2.5 Cinzas sulfatadas

A determinação do teor de cinzas pode indicar a presença de possíveis adulterações, já que permite a verificação de impurezas inorgânicas não-voláteis que podem estar presentes como contaminantes (SIMÕES et al., 2010). Os resultados mostraram valores 0,057 a 0,199 % para cinzas.

Considerando que na literatura pesquisada não foram encontrados valores de cinzas sulfatadas para óleo essencial de citronela, esses dados podem fornecer subsídios para o controle de qualidade dessa matéria-prima vegetal por trazer informações importantes como a presença de impurezas inorgânicas e metálicas (DE PAULA et al, 2013).

3.2.6 Atividade Antioxidante

Os valores de CI_{50} para a atividade antioxidante dos padrões e óleos essenciais em estudo pelo método de sequestro de radicais DPPH• (1,1-difenil-2-picrilidrazila) e pelo teste β -caroteno/ácido linoleico, 34,3 estão expressos na Tabela 2.

Amostras	DPPH•	Sistema β -caroteno/linoleico
	CI_{50} ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	CI_{50} ($\mu\text{g mL}^{-1}$)
1	50,34	21,35
2	70,23	30,56
3	120,30	90,32
4	115,26	72,62
Timol	42,38	22,30
Ácido Ascórbico	4,56	57,22

Tabela 2. Atividade antioxidante dos óleos essenciais da amostra 1, amostra 2, amostra 3, amostra 4 e dos padrões timol, ácido ascórbico pelo método de sequestro de radicais DPPH• (1,1-difenil-2-picrilidrazila) e pelo teste β -caroteno/ácido linoleico

Todos estes estudos corroboram com os resultados encontrados nesse trabalho, pela atividade antioxidante do óleo essencial das amostras de capim-citronela que possui como composto majoritário o citronelal e o geraniol frente aos padrões timol e ácido ascórbico.

Pelos dados apresentados na Tabela 2, observa-se que dentre os óleos essenciais em estudo, o que apresentou maior atividade antioxidante pelo teste do DPPH• foi a amostra 1 (CI_{50} 50,34 $\mu\text{g mL}^{-1}$), seguida das amostras 2 (CI_{50} 70,23 $\mu\text{g mL}^{-1}$), 4 (CI_{50} 115,26 $\mu\text{g mL}^{-1}$) e 3 (CI_{50} 120,30 $\mu\text{g mL}^{-1}$). Entre os padrões avaliados o ácido ascórbico (CI_{50} 4,56 $\mu\text{g mL}^{-1}$) mostrou-se mais eficiente que o timol (CI_{50} 42,38 $\mu\text{g mL}^{-1}$).

Embora o maior efeito do óleo essencial do capim-citronela é devido ao sinergismo existente entre os seus compostos que atuam de forma conjunta (SEIXAS et al., 2011) o citronelal presente na amostra 1 (77,797%), foi o componente responsável pela atividade antioxidante, enquanto que a amostra 2 apresentou eficiência pela ação antioxidante do Geraniol (28,503%). As amostras 3 e 4 apresentaram menores percentuais de citronelal (29,561%) e (37,274%) quando comparados com a amostra 1 respectivamente. O teor de geraniol encontrado também foi menor (21,334) e (21,669%) quando comparado com amostra 2. Os valores encontrados na Tabela 2 demonstram que houve uma menor eficiência antioxidante, tanto pelo teste do DPPH• como pelo sistema β -caroteno/ácido linoleico nas amostras 3 e 4. Esses valores podem ter sido afetados pela diferença na concentração dos componentes químicos majoritários (citronelal e geraniol) encontrados nas amostras, influenciando na redução

da atividade antioxidante das mesmas.

Pelo método β -caroteno/ácido linoléico os óleos essenciais em estudo apresentaram atividade antioxidante, sendo que o óleo essencial da amostra 1 (CI_{50} 21,35 $\mu\text{g mL}^{-1}$) apresentou-se mais eficiente seguida das amostras 2 (CI_{50} 30,56 $\mu\text{g mL}^{-1}$), 4 (CI_{50} 72,62 $\mu\text{g mL}^{-1}$) e 3 (CI_{50} 90,32 $\mu\text{g mL}^{-1}$). Entre os padrões avaliados o timol (CI_{50} 22,30 $\mu\text{g mL}^{-1}$) mostrou-se mais eficiente que o ácido ascórbico (CI_{50} 57,22 $\mu\text{g mL}^{-1}$). Os valores de CI_{50} dos padrões pelo método β -caroteno/ácido linoléico foram influenciados pela polaridade de suas moléculas sendo o mais apropriado para esta análise, o timol. Se compostos polares, como o ácido ascórbico, fossem testados apenas por ele seriam considerados como antioxidantes fracos (KULISIC et al., 2004). Este fato explica a menor eficiência do ácido ascórbico quando comparado com o timol.'

Andrade et al. (2012) estudando o óleo essencial de *C. nardus*, encontraram atividade antioxidante atribuída aos constituintes citronelal, geraniol e citronelol pelo método de seqüestro de radicais DPPH• com valores de atividade antioxidante menor do que aqueles encontrados neste estudo (CI_{50} 517,40 $\mu\text{g mL}^{-1}$) e pelo teste β -caroteno/ácido linoleico de (CI_{50} 20,65 $\mu\text{g mL}^{-1}$), próximo dos valores encontrados nesta pesquisa.

3.2.7 Concentração Inibitória Mínima

Os valores das concentrações inibitórias mínimas CIM das amostras para as bactérias em estudo estão expressas na Tabela 3. Os resultados apresentados demonstram que os óleos essenciais analisados sugerem ação antimicrobiana.

Bactérias	CIM ($\mu\text{g mL}^{-1}$)			
	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4
<i>Staphylococcus aureus</i>	125	125	-	-
<i>Enterobacter aerogenes</i>	250	125	125	125
<i>Salmonella enteritidis</i>	250	250	125	125
<i>Escherichia coli</i>	250	125	125	250
<i>Bacillus cereus</i>	3,9	1,9	3,9	62,5
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	500	500	-	-
<i>Pantoea ananatis</i>	1,9	1,9	125	15,6
<i>Xanthomonas campestris</i>	125	125	500	500
<i>Pectobacterium spp.</i>	125	125	500	-

(-) não avaliado.

Tabela 3. Concentração inibitória mínima (CIM) pelo método da macrodiluição da amostra 1, amostra 2, amostra 3 e amostra 4 do óleo de citronela (*Cymbopogon nardus*) usando-se concentrações de 1,9 a 1000 $\mu\text{g mL}^{-1}$

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados demonstraram efeito inibitório satisfatório tanto para bactérias Gram positivas quanto Gram negativas. Os óleos mais efetivos conforme a Tabela 3 foram as amostras 1 e 2, onde todas as bactérias testadas foram sensíveis. Já a amostra 3, não apresentou eficácia frente a dois micro-organismos, *Staphylococcus aureus*, uma bactéria Gram positiva e *Pseudomonas aeruginosa* (bactéria Gram negativa). Para Madigan et al (2016) a suscetibilidade de micro-organismos individuais a agentes antimicrobianos pode variar significativamente. A amostra 4 demonstrou que três micro-organismos testados apresentaram resistência. Andrade et al., 2012, avaliando a atividade antibacteriana do óleo essencial de citronela encontraram valores de CIM diferentes daqueles encontrados nesse estudo, onde não foi encontrado efeito inibitório do óleo. Esses valores podem ter sido afetados pela diferença na concentração dos principais componentes majoritários (citronelal e geraniol) presente nas amostras. A CIM das bactérias Gram-positivas como *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus* apresentaram valores variando entre $1,9 \mu\text{g mL}^{-1}$ a $125 \mu\text{g mL}^{-1}$. Sendo que as amostras 3 e 4 não apresentaram inibição frente a cepa de *Staphylococcus aureus*. Já as bactérias Gram negativas variaram entre $1,9$ a $500 \mu\text{g mL}^{-1}$. Podemos observar que dentre as bactérias Gram-negativas, a espécie *Pseudomonas aeruginosa* apresentou-se mais resistente, encontrando-se valores de CIM de $500 \mu\text{g mL}^{-1}$ e não apresentou efeito inibitório em duas das amostras testadas, encontrando-se valores de CIM maior do que os valores encontrados por Andrade et. al, 2012. Bactérias gram-positivas e gram-negativas diferem quanto à suscetibilidade a um antibiótico individual, tal como a penicilina; bactérias gram-positivas geralmente são afetadas, enquanto a maioria das bactérias gram-negativas é naturalmente resistente (MADIGAN et al., 2016). Outro fato que pode explicar variações de eficácia das diferentes amostras testadas, pode ser por diferenças na composição química de cada óleo, que pode ser afetado por fatores ambientais que podem produzir variações nos componentes secundários das plantas como solo, clima, flora, local e método de cultivo (ROBBERS, SPEDIE, TYLER, 1997), altura do corte e tempo de colheita (MARCO et al., 2007).

A espécie *Escherichia coli* apresentou valores de CIM que variam entre 125 a $250 \mu\text{g. mL}^{-1}$, o que difere dos resultados encontrado por Andrade et. al, 2012, onde não houve inibição do micro-organismo frente a amostra do óleo essencial de citronela. Dentre as amostras testadas, a 3 e 4 apresentaram-se menos eficiente, ou seja não conseguiram inibir o crescimento de três espécies, sendo elas *Staphylococcus aureus* (Gram positiva) e *Pseudomonas aeruginosa*, *Pectobacterium* spp. (Gram negativas). As amostras 1, 2 e 3 apresentaram mesmo valor de CIM para as espécies *Enterobacter aerogenes* e *Escherichia coli*.

4 | CONCLUSÃO

Com base no que foi demonstrado neste estudo, verificamos que os constituintes majoritários encontrados nos óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, foram o

citronelal e geraniol. Os parâmetros como cor e índice de refração estavam de acordo com as informações especificados na Farmacopéia Britânica.

A densidade relativa, índice de acidez e cinzas sulfatadas encontraram-se dentro das especificações dos fabricantes.

A atividade antioxidante foi evidenciada pelo método de sequestro de radicais DPPH• e pelo teste β -caroteno/ácido linoleico em todas as amostras comerciais testadas de óleo essencial de *C. nardus*.

Os óleos essenciais de *C. nardus* apresentaram atividade antibacteriana frente às Bactérias Gram positivas e Gram negativas testadas.

Os menores valores de CIM e de IC₅₀ foram encontrados nas amostras 1 e 2, onde apresentaram maiores concentrações de seus compostos majoritários.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos às empresas Laborphys Análises Físico-químicas e Microbiológicas e Luvik do Brasil, pela parceria e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro concedido.

REFERÊNCIAS

ADAMS R. P. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatographic/Quadrupole Mass Spectrometry. Carol Stream (IL): Allured, 2001.

ANDRADE, M. A. Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidantes e antibacteriana. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 3999-3408, 2012.

ANDRADE, M. A.; CARDOSO, M. G.; BATISTA, L. R.; MALLET, A. C. T.; MACHADO, S. M. F. Essential oils of *Cinnamomum zeylanicum*, *Cymbopogon nardus* and *Zingiber officinale*: composition, antioxidant and antibacterial activities. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 399-408, abril-junho, 2012.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Farmacopéia Brasileira**. 5 ed. Brasília: Ed. Copyright, 2010.

BANDEIRA, J. M.; BARBOSA, F. F.; BARBOSA, L. M. P.; RODRIGUES, I. C. S.; BACARIN, M. A.; PETERS, J. A.; BRAGA, E. J. B. Composição do óleo essencial de quatro espécies do gênero *Plectranthus*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 13, n. 2, p. 157-164, 2011.

BRITISH PHARMACOPEIA. London: Her Majesty's Stationery Office, 2008, p. 2392.

CARVALHO, M. G., MELO, A. G. N.; ARAGÃO, C.F.S.; RAFFIN, F. N.; MOURA, T. F. A. L. *Schinus terebinthifolius Raddi*: chemical composition, biological properties and toxicity. **Revista Brasileira de plantas mediciniais**. Botucatu, v. 15, n. 1, p. 158-169, 2013.

CASTRO, H. G.; PERINI, V. B.; DOS SANTOS, G. R. ; LEAL, T. C. A. B. Crescimento, teor e composição do óleo essencial de *Cymbopogon nardus* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 9, n. 4, p. 55-61, 2007.

CLSI. CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. **Methods for dilution antimicrobial**

susceptibility tests for bacteria that grow aerobically; approved standard – ninth edition, M07-A9, v. 32, n. 2, Wayne, Pennsylvania; 2012, 88 p.

DE PAULA, J.; DE SOUSA, R.A.; MENEGON, R.F.; JOAQUIM, W.M.; DA SILVA, I.R. Avaliação da Qualidade dos frutos de funcho (*Foeniculum vulgare* mill.) utilizados no prepare de chás. **Revista Univap**, São José dos Campos, São Paulo, v.19, n.33, setembro de 2013.

DEL RÉ, P. V.; JORGE, N. Spices as natural antioxidants: their application in food and implication for health. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 389-399, 2012.

GUIMARÃES, D. O.; MOMESSO, L. S.; PUPO, M. T. Antibióticos: importância terapêutica e perspectivas para a descoberta e desenvolvimento de novos agentes. **Revista Química Nova**, v. 33, n. 3, p. 667-679, 2010.

GREATTI, V. R.; CORAL, D. J.; NEVES, F. T. A.; WECKWERTH, P. H. Avaliação da atividade antibacteriana in vitro da aroeira (*Schinus terebinthifolius*) e da canela (*Cinnamomum zeylanicum*) frente a linhagens gram positivas e gram negativas. **SALUSVITA**, Bauru, v. 33, n. 3, p. 345-354, 2014.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos – 4ª Edição – 1ª Edição Digital – Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea – São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020, 2008.**

KELSEY, R. G.; REYNOLDS, G. W.; RODRIGUEZ, E. The chemistry of biologically active constituents secreted and stored in plant glandular trichomes. In: RODRIGUEZ, E.; HEALEY, P.L.; METHA, I. (Eds.). *Biology and chemistry of plant trichomes*. **New York: Plenum**, p. 187-241, 1984.

KULISIC, T.; RADONIC, A.; KATALINIC, V.; MILOS, M. Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil. **Food Chemistry**, v. 85, p. 633–640, 2004.

LOPES-LUTZ, D.; ALVIANO, D. M. S.; ALVIANO, C. S.; KOLODZIEJCZYK, P. P. Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia* essential oils. **Phytochemistry**, v. 69, n. 8, p. 1732-1738, 2008.

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

MADIGAN, M. T. MARTINKO, J. M.; BENDER, K. S.; BUCKLEY, D. H.; STAHL, D. A. **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 32 – 177, 2016.

MARCO, C. A.; INNECCO, R.; MATTOS, S. H.; BORGES, N. S. S.; NAGAO, E. O. Características do óleo essencial de capim-citronela em função de espaçamento, altura e época de corte. **Horticultura brasileira**, v. 25, n. 3, jul.-set, 2007.

MENDES, L. P. M.; MACIEL, K. M.; VIEIRA, A. B. R.; MENDONÇA, L. C. V.; SILVA, R. M. F.; ROLIM-NETO, P. J.; BARBOSA, W. L. R.; VIEIRA, J. M. S. Atividade antimicrobiana de extratos etanólicos de *Peperomia pellucida* e *Portulaca pilosa*. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básicas Aplicadas**, v.32, n. 1, p. 121-125, 2011.

MINOLTA. **Precise Color Communication: Color Control from Feeling to instrumentation**. Osaka: MINOLTA Co. Ltda., p. 49, 1994.

OLIVEIRA, F., AKISUE, G. **Fundamentos de Farmacobotânica**, 3ª Ed. São Paulo: Atheneu, 2009, 228p.

OLIVEIRA, M. M. M. Disinfectant action of *Cymbopogon* sp. essential oils in different phases of biofilm formation by *Listeria monocytogenes* on stainless steel surface. **Food Control**, v. 21, n. 04, p. 549-

553, 2010.

OZKAYA, A.; SAHIN, Z.; GORGULU, A. O. YUCE, A.; CELIK, S. Geraniol attenuates hydrogen peroxide-induced liver fatty acid alterations in male rats. **Journal of Intercultural Ethnopharmacology**, v. 6, n. 1, p. 29-35, 2017.

ROBBERS, J. E.; SPEEDIE, M. K.; TYLER, V. E. **Farmacognosia e Farmacobiotechnologia**. Tradução de Benedetti, I. C. Supervisão Científica de Bastos, J. K. e outros. 1ª ed., Editorial Premier. São Paulo. 1997. 372p.

ROSA, R.L.; BARCELOS, A.L.V.; BAMPI, G. Investigação do uso de plantas medicinais no tratamento de indivíduos com diabetes melito na cidade de Herval D' Oeste - SC. **Revista brasileira de plantas medicinais**, vol. 14, n. 2, p. 306-310, 2012.

SEIXAS, P. T. L.; CASTRO, H. C.; SANTOS, G. R.; CARDOSO, D. P. Fungitoxic activity of essential oil of citronella grass (*Cymbopogon nardus* L.) and compound citronellal. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 13, n. spe, p. 523-526, 2011.

SILVA, C. V.; REIS, A. L. V.; FERRER, S. R.; GURREIRO, H. M. N.; BARROS, T. F.; VELOZO, E. S. Avaliação da atividade antimicrobiana de duas espécies de Rutaceae do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 3, p. 355-360, 2010.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Orgs). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS: Florianópolis: Editora da UFSC, 2010. 1104p.

SOUSA, C. M. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JR, G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S.; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, P. B. M.; BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química nova**, v. 30, n. 2, 351-355, 2007.

TEPE, B.; AKPULAT, H. A.; SOKMEN, M.; DAFERERA, D. YUMRUTAS, O.; AYDIN, E.; POLISSIOU, M.; SOKMEN, A. Screening of the antioxidative and antimicrobial properties of the essential oils of *Pimpinella anisetum* and *Pimpinella flabellifolia* from Turkey. **Food Chemistry**, v. 97, n. 04, p. 719-724, 2006.

ULUATA, S.; Mc CLEMENTS, D. J.; DECKER, E. A. How the Multiple Antioxidant Properties of Ascorbic Acid Affect Lipid Oxidation in Oil-in-Water Emulsions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 6, p. 1819-1824, 2015.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Ácido linoleico 50, 54, 58, 59, 61
- Açúcares solúveis 64, 66, 67, 69, 72, 73, 74
- Antidiabética 3
- Antioxidante 3, 25, 50, 51, 52, 54, 55, 57, 58, 59, 61, 63, 102
- Arbóreas não pioneiras 66
- Arbóreas pioneiras 64, 66, 70, 71, 74

B

- Benzilaminopurina 11, 12, 14
- Brachiaria decumbens* 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49

C

- Caracterização Anatômica 1, 3
- Carboidratos não estruturais 64, 67, 68, 70
- Citronelal 51, 52, 56, 58, 59, 60, 61
- Colesterol 24, 25, 28, 33, 34
- Compostos bioativos 51
- Compostos secundários 51
- Concentração inibitória mínima 51, 55, 59
- Controle de qualidade 1, 7, 50, 57, 79
- Cromatografia 26, 27, 33, 67

E

- Ecologia química 79
- Esteroides 1, 3, 5, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33
- Estudo fitoquímico 24
- Explantes 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21
- Extração 26, 35, 38, 39, 57, 67, 68, 74, 96, 97, 99

F

- Fabaceae 24, 25, 33
- Farmacobotânica 62
- Fatores Abióticos 79, 81, 83, 88, 89, 101
- Fatores Bióticos 79, 81, 82
- Fatores genéticos 81
- Fitólitos 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49
- Folhas senescentes 36, 43

G

- Geraniol 51, 52, 56, 58, 59, 60, 61, 63, 90

L

Lignina 1, 3, 6, 64, 66, 68, 70, 71, 72, 73, 74

M

Machaerium 24, 25, 26, 33, 34

Malvaceae 1, 2, 4, 7, 8, 9, 10

Metabólitos 3, 7, 25, 78, 79, 81, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 99

Micropropagação 11, 13, 14, 21, 22

Microscopia 1, 5, 39

Morfotipos 35, 40, 41, 42, 43, 46, 47

P

Panicoideae 36, 37, 52

Polímeros de parede celular 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74

R

Regeneração in vitro 12

S

Sucessão florestal 64

T

Tecnologia farmacêutica 79

Triterpenoide 24, 27, 30, 32, 33

V

Viabilidade de Sementes 15, 23

 **Atena**
Editora
2 0 2 0