

# Ciências Biológicas: Considerações e Novos Segmentos

Edson da Silva  
(Organizador)

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

# Ciências Biológicas: Considerações e Novos Segmentos

Edson da Silva  
(Organizador)

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos 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, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
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  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
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  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
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  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
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  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
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. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
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

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliariari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## Ciências biológicas: considerações e novos segmentos

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecário** Maurício Amormino Júnior  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremona  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Edson da Silva

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
C569	Ciências biológicas [recurso eletrônico] : considerações e novos segmentos 1 / Organizador Edson da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web ISBN 978-65-5706-413-9 DOI 10.22533/at.ed.139202109  1. Ciências biológicas – Pesquisa – Brasil. I. Silva, Edson da.
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A coleção “Ciências Biológicas: Considerações e Novos Segmentos” é uma obra com foco na discussão científica, por intermédio de trabalhos desenvolvidos por autores de vários segmentos da área de ciências biológicas. A obra foi estruturada com 36 capítulos e organizada em dois volumes.

A coleção é para todos aqueles que se consideram profissionais pertencentes às ciências biológicas e suas áreas afins. Especialmente com atuação formal, inserida no ambiente acadêmico ou profissional. Cada e-book foi organizado de modo a permitir que sua leitura seja conduzida de forma simples e com destaque no que seja relevante para você. Por isso, os capítulos podem ser lidos na ordem que você desejar e de acordo com sua necessidade, apesar de terem sido sequenciais, desde algumas áreas específicas das ciências biológicas, até o ensino e a saúde. Assim, siga a ordem que lhe parecer mais adequada e útil para o que procura.

Com 19 capítulos, o volume 1 reúne autores de diferentes instituições brasileiras que abordam trabalhos de pesquisas, relatos de experiências, ensaios teóricos e revisões da literatura. Neste volume você encontra atualidades nas áreas de biologia geral, biologia molecular, microbiologia, ecologia e muito mais.

Deste modo, a coleção Ciências Biológicas: Considerações e Novos Segmentos apresenta progressos fundamentados nos resultados obtidos por pesquisadores, profissionais e acadêmicos. Espero que as experiências compartilhadas neste volume contribuam para o enriquecimento de novas práticas multiprofissionais nas ciências biológicas.

Edson da Silva

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **IDENTIFICAÇÃO DE FUNGOS PATOGENICOS EM AREIA DA PRAIA DO CALHAU, SÃO LUÍS-MA, LITORAL NORDESTE DO BRASIL**

Fernanda Costa Rosa  
Josivan Regis Farias  
Jéssica Furtado Soares  
Jéssica Kelly Reis Pereira  
Nívia Rhennyra do Nascimento Soares  
Camilla Itapary dos Santos  
Cristina de Andrade Monteiro

**DOI 10.22533/at.ed.1392021091**

### **CAPÍTULO 2..... 12**

#### **MANUTENÇÃO E AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA VIRULÊNCIA DE CEPAS DE *TOXOPLASMA GONDII***

Isa Marianny Ferreira Nascimento Barbosa  
Antônio Roberto Gomes Junior  
Jéssica Yonara Souza  
Natália Domann  
Lais Silva Pinto Moraes  
Vanessa Oliveira Lopes de Moura  
Stéfanne Rodrigues Rezende  
Jaqueline Ataíde Silva Lima da Igreja  
Heloísa Ribeiro Storchilo  
Taynara Cristina Gomes  
Ana Maria de Castro  
Hanstter Hallison Alves Rezende

**DOI 10.22533/at.ed.1392021092**

### **CAPÍTULO 3..... 23**

#### **AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA E MODULATÓRIA DE EXTRATO METANÓLICO DA FOLHA DE *Hymenaea martiana Hayne***

Adryele Gomes Maia  
Nadghia Figueiredo Leite Sampaio  
Giovanna Norões Tavares Sampaio Gondim  
Jakson Gomes Figueiredo  
Emanuel Horácio Pereira da Cruz Matias Linhares  
Cícera Natália Figueiredo Leite Gondim  
Henrique Douglas Melo Coutinho  
Marta Maria de França Fonteles  
Fernando Gomes Figueredo

**DOI 10.22533/at.ed.1392021093**

### **CAPÍTULO 4..... 37**

#### **UTILIZAÇÃO DO TESTE DE EXCLUSÃO COM AZUL DE TRYPAN SOB CÂMARA**

## DE NEUBAUER PARA A CONTAGEM DE BACTÉRIAS DO ÁCIDO ACÉTICO

Tayara Narumi Andrade  
Natália Norika Yassunaka Hata  
Wilma Aparecida Spinosa

**DOI 10.22533/at.ed.1392021094**

### **CAPÍTULO 5..... 45**

#### **PRODUÇÃO SIMULTÂNEA DE EXOPOLISSACARÍDEOS POR *Komagataeibacter xylinus***

Natália Norika Yassunaka Hata  
Mariana Assis de Queiroz Cancian  
Rodrigo José Gomes  
Fernanda Carla Henrique Bana  
Wilma Aparecida Spinosa

**DOI 10.22533/at.ed.1392021095**

### **CAPÍTULO 6..... 53**

#### **ANÁLISE DO ESPECTRO INFRAVERMELHO, INVESTIGAÇÃO DE ATIVIDADE ANTIBACTERIANA E POTENCIALIZAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DE ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS DE *VITEX GARDNERIANA* SCHAUER**

Raimundo Luiz Silva Pereira  
Ana Carolina Justino de Araújo  
Paulo Nogueira Bandeira  
Henrique Douglas Melo Coutinho  
Jean Parcelli Costa do Vale  
Alexandre Magno Rodrigues Teixeira  
Hécio Silva dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.1392021096**

### **CAPÍTULO 7..... 67**

#### **TESTE ALELOPÁTICO DO EXTRATO DE ERVA DE PASSARINHO (*Struthanthus marginatus* (Desr.) Blume) NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.) E PEPINO (*Cucumis sativus* L.)**

Juliana Baptista Simões  
Adriana Leonardo Lima Silva  
Gleisiane Braga da Silva  
Maycon do Amaral Reis  
Vitor Caveari Lage

**DOI 10.22533/at.ed.1392021097**

### **CAPÍTULO 8..... 83**

#### **ASPECTOS TOXICOLÓGICOS RELACIONADOS AO USO DE AGROTÓXICOS E SUA RELAÇÃO COM DANOS HEPÁTICOS: UMA REVISÃO**

Marcio Cerqueira de Almeida  
Ana Clara de Novaes Almeida  
Jaqueline de Souza Anjos  
Marta Rocha Batista  
José Eduardo Teles Andrade

José Marcos Teixeira de Alencar Filho  
Morganna Thinesca Almeida Silva  
Elaine Alane Batista Cavalcante  
Ivania Batista de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.1392021098**

**CAPÍTULO 9..... 92**

**ADJUVANTES DO SOLO E SEUS EFEITOS NOS ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS E DESENVOLVIMENTO DA PLANTA**

Leopoldo Sussumu Matsumoto  
Aline de Oliveira Barbosa  
Fabiano Rogério Parpinelli Junior  
Gilberto Bueno Demétrio

**DOI 10.22533/at.ed.1392021099**

**CAPÍTULO 10..... 106**

**UTILIZAÇÃO DA QUITOSANA NA CONSERVAÇÃO DA LARANJA (*Citrus sinensis*) NA PÓS-COLHEITA**

João Pedro Silvestre Armani  
Carlise Debastiani  
Alessandro Jefferson Sato

**DOI 10.22533/at.ed.13920210910**

**CAPÍTULO 11 ..... 121**

**PHYSIOLOGICAL QUALITY AND INCIDENCE OF *Colletotrichum lindemuthianum* ON GERMINATION AND VIGOR OF COMMON BEAN SEEDS COLLECTED AT MATO GROSSO**

Rafhael Felipin-Azevedo  
Murilo Fuentes Peloso  
Valvenarg Pereira da Silva  
Germano Manente Neto  
Abner Pais dos Santos  
Marco Antonio Aparecido Barelli  
Cristiani Santos Bernini

**DOI 10.22533/at.ed.13920210911**

**CAPÍTULO 12..... 129**

**FUNGOS MICORRÍZICOS NA ACLIMATIZAÇÃO DE MUDAS DO CULTIVO *IN VITRO* E DIMINUIÇÃO DO USO DE FERTILIZANTES: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Mariana Pereira de Oliveira  
Mariane de Jesus da Silva de Carvalho  
Honorato Pereira da Silva Neto  
Vanessa de Oliveira Almeida

**DOI 10.22533/at.ed.13920210912**

**CAPÍTULO 13..... 136**

**BIODIGESTOR COMO FONTE DE MATÉRIA ORGÂNICA PARA O PLANTIO DE**

## LEGUMINOSAS

Breno Wentrick da Silva Costa  
Luana Ramos Astine  
Marcus Vinícius Javarini Temponi  
Rosângela Marques de Lima Paschoaletto  
Saulo Paschoaletto de Andrade

**DOI 10.22533/at.ed.13920210913**

## **CAPÍTULO 14..... 141**

### **MEDICINA VETERINÁRIA REGENERATIVA: O USO DE SCAFFOLDS BIOLÓGICOS COM PEIXES CARTILAGINOSOS**

Maiara Gonçalves Rodrigues  
Estela Silva Antoniassi  
Paula Fratini  
Carlos Eduardo Malvasi Bruno

**DOI 10.22533/at.ed.13920210914**

## **CAPÍTULO 15..... 148**

### **ANÁLISE MACROSCÓPICA DO CORAÇÃO DE TUBARÃO-MARTELO *SPHYRNA LEWINI* E *SPHYRNA ZYGAENA***

Inara Pereira da Silva  
Gabriel Nicolau Santos Sousa  
Gustavo Augusto Braz Vargas  
Alessandra Tudisco da Silva  
Daniela de Alcantara Leite dos Reis  
Carlos Eduardo Malvasi Bruno  
Marcos Vinícius Mendes Silva

**DOI 10.22533/at.ed.13920210915**

## **CAPÍTULO 16..... 156**

### **HÉRNIA INGUINAL EM LÊMURE-DE-CAUDA-ANELADA (*Lemur catta*): RELATO DE CASO**

Natália Todesco  
Lanna Torrezan  
Rode Pamela Gomes  
Vanessa Lanes Ribeiro  
Hanna Sibuya Kokubun  
Rodrigo Hidalgo Friciello Teixeira  
André Luiz Mota da Costa

**DOI 10.22533/at.ed.13920210916**

## **CAPÍTULO 17..... 166**

### **ETOGRAMA DE UM GRUPO DE MACACOS BARRIGUDOS (*LAGOTHRIX LAGOTRICHIA*) VIVENDO NA FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DE BELO HORIZONTE, MG**

Gabriel Spineli Rodrigues Lopes  
Kleber Felipe Alves da Silva  
Rayane Isabele Nunes Lopes

Rafaela Dalva Rodrigues de Carvalho  
Pedro Henrique Goulart Pinheiro  
Gabriel de Oliveira Rodrigues  
Clara Luísa Silveira  
Daniel Negreiros  
Evandro Gama de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.13920210917**

**CAPÍTULO 18..... 182**

**LEVANTAMENTO PRELIMINAR DA AVIFAUNA NO INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS RIO VERDE**

Julia de Freitas Alves  
Ely Carlos Mendes do Nascimento Júnior  
Yasmin Giovanna Santos Carvalho  
Alessandro Ribeiro de Moraes  
Luiz Carlos Souza Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.13920210918**

**CAPÍTULO 19..... 187**

**ASPECTOS DA FITOSSOCIOLOGIA DE UM FRAGMENTO DE CERRADO EM MEIO À CAATINGA DO CRISTALINO, SUL DO CEARÁ**

José Cícero de Moura  
Gabriel Venancio Cruz  
Maria Amanda Nobre Lisboa  
Maria Arlene Pessoa da Silva  
Ana Cleide Alcântara Moraes Mendonça  
Leonardo Silvestre Gomes Rocha  
Marcos Aurélio Figueirêdo dos Santos  
Luciana da Silva Cordeiro  
Marcos Antonio Drumond  
João Tavares Calixto Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.13920210919**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 214**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 215**

## ANÁLISE DO ESPECTRO INFRAVERMELHO, INVESTIGAÇÃO DE ATIVIDADE ANTIBACTERIANA E POTENCIALIZAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DE ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS DE *VITEX GARDNERIANA* SCHAUER

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 01/06/2020

### **Raimundo Luiz Silva Pereira**

Universidade Regional de Cariri  
Crato, CE, Brasil  
<https://orcid.org/0000-0001-8205-7120>

### **Ana Carolina Justino de Araújo**

Universidade Regional de Cariri  
Crato, CE, Brasil  
<https://orcid.org/0000-0001-9261-3901>

### **Paulo Nogueira Bandeira**

Universidade Estadual Vale do Acaraú  
Sobral, CE, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7212288309449337>

### **Henrique Douglas Melo Coutinho**

Universidade Regional de Cariri  
Crato, CE, Brasil  
<https://orcid.org/0000-0002-6634-4207>

### **Jean Parcelli Costa do Vale**

Universidade Estadual Vale do Acaraú  
Sobral, CE, Brasil  
<https://orcid.org/0000-0001-5598-8886>

### **Alexandre Magno Rodrigues Teixeira**

Universidade Regional de Cariri  
Crato, CE, Brasil  
<https://orcid.org/0000-0001-6786-2076>

### **Hélcio Silva dos Santos**

Universidade Estadual do Ceará  
Fortaleza, CE, Brasil  
<https://orcid.org/0000-0001-5527-164X>

**RESUMO:** As plantas são fontes naturais de várias substâncias bioativas, encontradas em extratos, metabólitos secundários e óleos essenciais. Várias atividades biológicas foram atribuídas aos óleos essenciais como antivirais, inseticidas, antiparasitários, antioxidantes e antimicrobianos. O uso indiscriminado de antibióticos aumentou o desenvolvimento de mecanismos de resistência de microrganismos. Assim, a busca por compostos naturais eficientes com atividade antimicrobiana e baixa toxicidade aumentou, portanto os óleos essenciais têm sido uma alternativa promissora no combate às infecções microbianas. Este estudo foi realizado para investigar a composição química e espectros de absorvância no infravermelho, atividade antibacteriana e atividade potencializadora de antibióticos de óleos essenciais de folhas de *V. gardneriana*. Os óleos essenciais foram extraídos das folhas de *V. gardneriana* e caracterizados por espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier por refletância total atenuada (ATR-FTIR). O efeito antibacteriano desses óleos e a atividade potenciadora de antibióticos, ambos determinados pela concentração inibitória mínima, foram avaliados usando placas de microtitulação. Pela primeira vez, apresentamos o uso de espectros de absorvância infravermelha desses óleos essenciais e mostramos a influência da sazonalidade sobre eles. Efeitos sinérgicos foram observados para os óleos essenciais associados aos antibióticos testados (gentamicina, ampicilina e ofloxacina). Em relação ao teste de atividade antibacteriana, os óleos essenciais das folhas de *V. gardneriana* não apresentaram efeito direto nas cepas

testadas. Entretanto, os óleos essenciais, quando associados aos antibióticos, apresentaram variações na concentração inibitória mínima com os meses do período sazonal, indicando efeitos sinérgicos contra a resistência bacteriana a *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*

**PALAVRAS-CHAVE:** *Vitex gardneriana*, ATR FT-IR, Atividade antimicrobiana, Atividade potenciadora de antibióticos.

## ANALYSIS OF THE INFRARED SPECTRUM, INVESTIGATION OF ANTIBACTERIAL ACTIVITY AND POTENTIALIZATION OF THE ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL ON THE LEAVES OF VITEX GARDNERIANA SCHAUER

**ABSTRACT:** Plants are natural sources of several bioactive substances, which have been found in extracts, secondary metabolites, and essential oils. Several biological activities have been attributed to essential oils as antiviral, insecticidal, antiparasitic, antioxidant, and antimicrobial. The indiscriminate use of antibiotics has increased the development of resistance mechanisms of microorganisms. Thus, search for efficient natural compounds with antimicrobial activity and low toxicity has increased, so essential oils have been a promising alternative for combating microbial infections. This study was carried out to investigate the chemical composition and infrared absorbance spectra, antibacterial activity, and antibiotic potentiating activity of essential oils from *V. gardneriana* leaves. Essential oils were extracted from *V. gardneriana* leaves and characterized by attenuated total reflectance Fourier transform infrared (ATR-FTIR) spectroscopy. The antibacterial effect of these oils and antibiotic potentiating activity, both determined by the minimum inhibitory concentration, were assessed using microtiter plates. For the first time, we present the use of infrared absorbance spectra of these essential oils and show the influence of seasonality on them. Synergistic effects were observed for the essential oils associated with the antibiotics tested (gentamicin, ampicillin, and ofloxacin). In regard to antibacterial activity test, the essential oils of the *V. gardneriana* leaves did not show a direct effect on the strains tested. However, the essential oils when associated with the antibiotics showed variations in the minimum inhibitory concentration with the months of the seasonal period, indicating synergistic effects against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* bacterial resistance

**KEYWORDS:** *Vitex gardneriana*, ATR FT-IR, Antimicrobial activity, Antibiotic potentiating activity.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais são misturas que apresentam uma certa complexidade dentre os compostos químicos presentes em diversas espécies vegetais, dentre estes os metabólitos secundários. Eles constituem um dos mais importantes grupos de matéria prima para a indústria alimentícia, farmacêutica, perfumaria e afins. Estes óleos podem ser extraídos de diferentes partes da planta como: folhas, galhos, raízes, frutos, sementes, flores, dentre outros. Algumas das estruturas vegetais

são anatomicamente especializadas em acumular e secretar componentes dos óleos essenciais, como os idioblastos secretores, ductos e tricomas glandulares. No organismo vegetal, os óleos essenciais apresentam determinadas funções ecológicas, agindo como mensageiros internos, defesa contra predadores e como atrativo de agentes polinizadores (BASER e BUCHBAUER, 2010). Os óleos essenciais encontram sua maior aplicação biológica como agentes antimicrobianos. Esta capacidade, presente na grande maioria destes compostos, de certa maneira representa uma extensão do próprio papel que exercem nas plantas, defendendo-as de bactérias e fungos fitopatogênicos.

Na literatura trabalhos com gênero *Vitex* foram descritos etnofarmacologicamente onde permitiu identificar o uso medicinal tradicional de espécies desse gênero, dentre elas: *V. mollis*, como analgésico e anti-inflamatório, além de ser usado para diminuir a dispesia, diarreia e disenteria (MEENA *et al.* 2011) e a espécie *V. agnus-castus* cujo frutos têm sido utilizados em distúrbios menstruais, transtorno disfórico pré-menstrual, insuficiência do corpo lúteo, hiperprolactinemia, infertilidade, menopausa, interrupção da lactação, dor cíclica na mama, condições inflamatórias, mastalgia cíclica, diarreia e flatulência (CARMICHAEL, 2008; DUGOUA *et al.* 2008; ONO *et al.* 2008).

*V. gardneriana*, popularmente conhecida como “jaramataia” (Figura 1), é uma das únicas espécies do gênero *Vitex* do sertão Nordestino, podendo ser encontrada em leitos de rios situados nos estados da Paraíba, Recife e Ceará. Apresenta um hábito de crescimento em arbusto, alcançando 6 a 7 metros de altura. Possui folhas simples e inflorescências de cor roxa claro. Seu fruto é tipo drupa carnosa, de formato ovóide e coloração verde oliva (SÁ BARRETO, 2004). Há poucas informações sobre as atividades biológicas desta espécie. Foi demonstrado que os extratos de folhas e cascas de caule de *V. gardneriana* apresentou atividade moluscicida em embriões de *Biomphalaria glabrata* (Sá Barreto *et al.*, 2007). Também foi relatada atividade larvicida do extrato etanólico de *V. gardneriana* sobre as larvas de *Aedes aegypti* (MONTEIRO *et al.* 2015). Já seu extrato metanólico não demonstrou atividade antifúngica contra *C. albicans* (SÁ BARRETO *et al.* 2008). . A utilização da solução aquosa do extrato bruto não apresentou toxicidade aguda em camundongos nem por administração oral, nem intraperitoneal, no entanto, houve um potente efeito anti-edematogênico, antinociceptivo e hipnótico (SÁ BARRETO *et al.* 2008).



Figura 1 – *V. gardneriana*

Há relato da presença de iridóides e ecdisteroides nas cascas do caule de *V. gardneriana* (SÁ BARRETO *et al.* 2005). A composição química do óleo essencial de *V. gardneriana* foi determinada num período sazonal por Silva e colaboradores (SILVA *et al.* 2019). Eles identificaram 27 compostos entre monoterpenos e em sua maioria sesquiterpenos. Os componentes químicos majoritários foram 6,9-guaiadieno, cis-calameneno e óxido de cariofileno. No mesmo estudo, foi comprovada atividade larvicida contra o *A. aegypti*.

Dada a importância de conhecer o espectro característico e as propriedades antibacteriana do óleo essencial da *V. gardneriana* é feito neste trabalho um estudo de espectroscopia vibracional usando Infravermelho com transformada de Fourier por reflexão total atenuada (ATR-FTIR) e uma detalhada investigação atividade antibacteriana e potencialização da atividade antibacteriana de óleo essencial das folhas de *V. gardneriana*.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Material vegetal

As folhas de *V. gardneriana* foram coletadas em 2016 em um experimento fazenda da Universidade Estadual do Vale do Acaraú, localizado a 11 km da cidade de Sobral, estado do Ceará, nordeste do Brasil. A autenticação da planta foi realizada pela Elnatan Bezerra de Souza (taxonomista de plantas) e uma amostra de voucher (No17703) foi depositado no Herbário Francisco José de Abreu Matos, Sobral, Ceará, Brasil.

### 2.2 Obtenção dos óleos essenciais

O óleo essencial foi obtido por hidrodestilação em aparelho do tipo Clevenger durante 2h. Em seguida, o óleo essencial foi coletado, armazenado frascos de vidro e estocados em freezer a -18°C.

## 2.3 Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de Massa (CG-EM)

A análise por CG-EM foi realizado em um instrumento Agilent modelo GC-7890B /MSD-5977A (quadropolo), com impacto de elétrons a 70 eV, coluna HP-5MS metilpolissiloxano (30 m x 0,25 mm x 0,25  $\mu\text{m}$ , Agilent), gás carreador hélio com fluxo 1,00 mL.min<sup>-1</sup>, temperatura do injetor 250 °C, detector a 150 °C e linha de transferência a 280 °C. Utilizou-se a seguinte programação do forno cromatográfico: temperatura inicial de 70 °C, com rampa de aquecimento de 4 °C.min<sup>-1</sup> até 180 °C e acréscimo de 10 °C/min até 250 °C ao término da corrida (34,5 min). A identificação dos compostos foi realizada pela análise dos padrões de fragmentação exibidos nos espectros de massas com aqueles presentes na base de dados fornecidos pelo equipamento (NIST versão 2.0 de 2012-243.893 compostos).

## 2.4 Cromatografia Gasosa com Detector de Ionização de Chamas (CG-DIC)

A análise por CG-DIC foi realizada em um instrumento Shimadzu modelo CG-2010 Plus, coluna RTX-5 metilpolissiloxano (30 m x 0,25 mm x 0,25  $\mu\text{m}$ ), modo de injeção com divisão de fluxo 1:30, gás carreador nitrogênio com fluxo 1,00 mL.min<sup>-1</sup>, temperatura do injetor 250°C e temperatura do detector a 280°C. Utilizou-se a mesma programação do forno cromatográfico das análises realizadas em GC-EM. A identificação dos compostos foi realizada através da comparação dos seus índices de retenção com os de compostos conhecidos, obtidos por injeção de uma mistura de padrões contendo uma série homóloga de alcanos C<sub>7</sub>-C<sub>30</sub>.

## 2.5 Caracterização Espectroscópica por ATR-FTIR

O óleo essencial das folhas de *V. gardneriana* foi caracterizada pela técnica de Reflexão Total Atenuada com Transformada de Fourier (ATR-FTIR) à temperatura ambiente usando o espectrofotômetro da marca Bruker, modelo Equinox-55. O espectro de absorbância foi registrado, na região de 130 à 4000 cm<sup>-1</sup>, com resolução de 4 cm<sup>-1</sup>.

## 2.6 Testes Microbiológicos e Análises Estatísticas

### 2.6.1 Concentração inibitória mínima (MIC)

A CIM foi realizada em microplacas estéreis com 96 poços e serão diluídas em serie 1:1. A cultura em ágar mantido em estoque serão repicadas e repassadas para caldo BHI e incubadas a 37° C por 24 horas. Após esse período, foi preparado o meio de distribuição em serie 1:10, será adicionado em frascos de 100 $\mu\text{L}$  de meio BHI em 900 $\mu\text{L}$  de inóculo, e este meio de distribuição foi transferido para cada cavidade 100  $\mu\text{L}$ . Após esse processo, foi realizado a microdiluição do óleo essencial das folhas

de *V. gardneriana*, com concentração de 1024 µg/dL, sendo feita a diluição de 100 µL até penúltima cavidade. Controles positivos (meio + inóculo) foram incluídos nos ensaios, na última cavidade. As placas preenchidas foram incubadas a 35 ± 2°C por 24 horas (NCCLS, 2003). Para evidenciar a CIM da amostra de óleo essencial das folhas de *V. gardneriana* foi preparada uma solução indicadora de resazurina sódica em água destilada estéril na concentração de 0,01% (p/v). Após a incubação, 20 µL da solução indicadora foram adicionados em cada cavidade e as placas passarão por um período de incubação de 1 hora em temperatura ambiente. A mudança de coloração azul para rosa devido à redução da resazurina indica o crescimento bacteriano auxiliando a visualização da CIM, definida como a menor concentração capaz de inibir o crescimento microbiano, evidenciado pela cor azul inalterada.

### 2.6.2 Potencialização da atividade antimicrobiana

Para avaliar o óleo essencial das folhas de *V. gardneriana* como possível moduladora da ação antibiótica e antifúngica, a CIM de antibióticos orfloxacina, gentamicina e ampicilina foram avaliadas na presença e na ausência do óleo essencial das folhas de *V. gardneriana* em microplacas estéreis. Os antibióticos foram avaliados nas concentrações variando de 1024 a 1,0 µg/mL pelo método de microdiluição em caldo (CLSI, 2003). A metodologia proposta por Coutinho e colaboradores (Coutinho et al., 2008) foi utilizada para avaliar o potencial do óleo essencial das folhas de *V. gardneriana* para modificar a resistência aos antibióticos.

## 2.7 Análise estatística

Os resultados foram expressos em média aritmética ± desvio padrão, avaliados estatisticamente através da análise de variância (ANOVA) seguido pelo pos-test *Bonferroni* utilizando o software *GraphPad Prism.*, as diferenças serão consideradas significativas quando  $p < 0,05$ .

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Composição Química

A Tabela 1 resume o resultado obtido por Análise por CG / EM e CG / DIC. Na composição identificada, três monoterpenos, dois não oxigenados ( $\alpha$ -pineno e  $\beta$ -pineno) e um oxigenado (eucaliptol) e 24 sesquiterpenos, 21 não oxigenados e 3 oxigenados. Esse resultado concorda com a literatura para a composição química de óleos essenciais do gênero *Vitex*, caracterizados por predominância de sesquiterpenos (SILVA *et al.* 2019). Os principais componentes identificados foram 6,9-guaiadeno (1), cis-calameneno (2) e óxido de cariofileno (3) (Figura 1).

Compostos	RI <sup>a</sup>	RI <sup>b</sup>	%
$\alpha$ - Pineno	941	939	0,41
$\beta$ -Pineno	984	979	0,55
$\alpha$ -Cubebeno	1354	1348	1,66
$\alpha$ -Copaeno	1380	1376	5,14
(-)- $\beta$ -Bourboneno	1388	1388	0,11
$\beta$ -Cubebeno	1393	1387	0,46
$\beta$ -Elemeno	1395	1390	1,23
$\beta$ -Cariofileno	1423	1419	3,03
6,9-guaiadieno	1448	1444	12,23
$\alpha$ -Cariofileno	1458	1457	0,63
<i>Trans</i> -Cadina-1(6),4-dieno	1477	1476	0,31
$\gamma$ -Muuroleno	1484	1479	0,21
<i>Trans</i> -Muurolo-4(14),5-dieno	1494	1493	2,73
$\alpha$ -Muuroleno	1502	1500	1,16
$\alpha$ -Bulneseno	1508	1509	0,24
$\gamma$ -Cadineno	1520	1513	1,51
Calameneno< <i>cis</i> >	1527	1529	34,92
<i>Trans</i> -Cadina-1,4-dieno	1536	1534	1,44
$\alpha$ -Calacoreno	1547	1547	3,98
$\beta$ -Calacoreno	1568	1565	1,22
Oxido de Cariofileno	1586	1583	13,77
1- <i>epi</i> -Cubenol	1632	1628	3,41
Cubenol	1646	1646	3,02
$\alpha$ -Cadinol	1659	1654	0,87
Calamenen-10-ol< <i>cis</i> >	1664	1661	1,05
Cadaleno	1679	1676	1,74
Monoterpenos			0,96
Sesqueterpenos			96,28
Total			97,24

Tabela 1- Composição química do óleo essencial das folhas de *V. Gardneriana*

<sup>a</sup>índice de retenção na coluna DB-5, <sup>b</sup>Índice de retenção na literatura

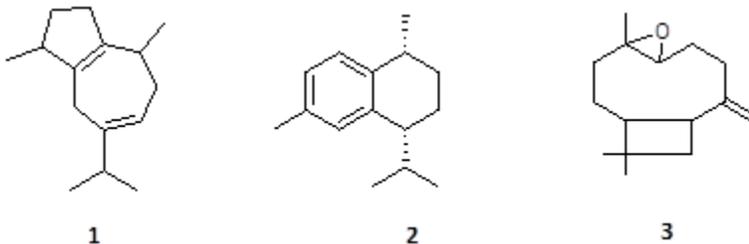


Figura 2 - Constituintes majoritários do óleo essencial das folhas de *V. gardneriana*

### 3.2 Análise do espectro infravermelho

A figura 3 mostra o espectro experimental de absorvância no infravermelho do óleo essencial das folhas da *V. gardneriana*. Foram identificadas doze bandas no espectro infravermelho que estão destacadas na Tabela 1. Os modos vibracionais associados as bandas espectrais no infravermelho que são características deste óleo essencial foram atribuídos com a ajuda de dados da literatura que fornecem as vibrações características esperadas para os números de onda observados no espectro infravermelho (STUART, 2004).

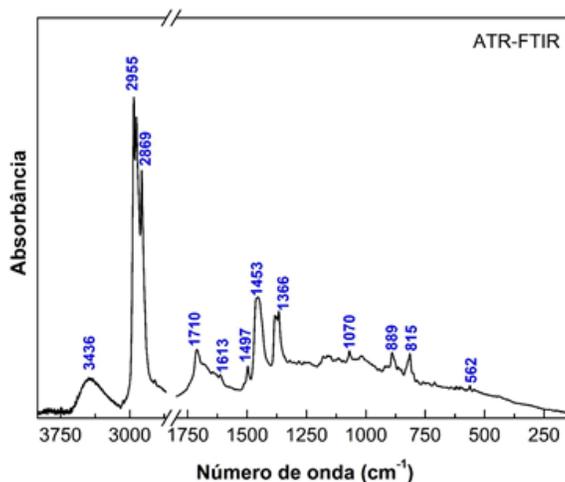


Figura 3 - Espectro experimental de absorvância no infravermelho do óleo essencial das folhas da *V. gardneriana*.

Número de onda das bandas ATR-FTIR de <i>V. gardneriana</i> $\omega_{exp}$ (cm <sup>-1</sup> )	*Intensidade das bandas ATR-FTIR de <i>V. gardneriana</i>	Atribuição dos modos vibracionais of essencial oil of <i>V. gardneriana</i>
3436	0.11	$\nu$ (OH)
2955	1.00	$\nu$ (CH <sub>3</sub> )+ $\nu_{as}$ (CH <sub>2</sub> ) + $\nu$ (CH)
2869	0.77	$\nu_{as}$ (CH <sub>2</sub> )
1710	0.21	$\nu$ (CC)
1613	0.13	$\nu$ (CC) + $\nu$ (CO)
1497	0.15	wag (CH <sub>3</sub> ) + wag (CH <sub>2</sub> )
1453	0.37	sc (CH <sub>3</sub> ) + sc (CH <sub>2</sub> )
1366	0.33	$\delta$ (HCC)
1070	0.20	$\delta$ (HCCC) + $\tau$ (CCCC)
889	0.20	$\delta$ (CCC)
815	0.19	$\delta$ (HCCC)
562	0.10	$\tau$ (HCCC) + $\gamma$ (CCCC) + $\delta$ (HCCC)

Tabela 2 - Algumas bandas do espectro infravermelho do óleo essencial de *V. gardneriana* Schauer com a respectiva atribuição dos modos vibracionais.

Nomenclature  $\tau$  = torsion;  $\gamma$  = deformation out of plane; sc= scissoring; wag = wagging;  $\delta$  = bending;  $\nu$  = stretching. \*As intensidades das bandas do espectro ATR-FTIR que estão em unidade arbitrária foram normalizadas de 0 à 1. \*As intensidades das bandas do espectro ATR-FTIR que estão em unidade arbitrária foram normalizadas de 0 à 1.

A banda de absorção no infravermelho do espectro ATR-FTIR localizada em 3436 cm<sup>-1</sup> corresponde ao estiramento das hidroxilas presentes nos constituintes químicos dos óleos, entre eles o 1-epi-Cubenol,  $\alpha$ -cardinol, Cubenol e *cis*-Calameneno que não são componentes majoritários do óleo essencial da *V. gardneriana*, mas que têm a sua assinatura no espectro de absorção no infravermelho. Como é conhecido, os óleos essenciais são misturas complexas de moléculas, e as suas características espectrais são o resultado de sinergismo entre elas, e mesmo compostos químicos que participam na composição do óleo essencial em percentagem relativamente baixa podem ter uma contribuição importante no espectro vibracional de um óleo essencial (TEIXEIRA *et al.* 2018).

Na região espectral de número de onda superior a 2900 cm<sup>-1</sup> do espectro de infravermelho são esperados o aparecimento dos modos de estiramento dos grupos CH, CH<sub>2</sub> e CH<sub>3</sub> presentes nos constituintes químicos do óleo essencial das folhas da *V. gardneriana*. Podemos observar que a banda de absorbância mais intensa no espectro ATR-FTIR localizado em 2955 cm<sup>-1</sup> tem origem nas misturas de modos de estiramentos dos grupos metílicos, etílicos e CH das moléculas constituintes do óleo essencial de *V. gardneriana*, principalmente de seus constituintes majoritários.

Na região de número de onda entre 1710 e 1100 cm<sup>-1</sup> do espectro

infravermelho do óleo essencial de *V. gardneriana* há predominância dos modos de estiramento dos carbono-carbono, e dos átomos de oxigênio-carbono. No entanto, nesta região também é possível observar modos de deformação angular dos grupos CH<sub>2</sub> e CH<sub>3</sub>. O espectro ATR-FTIR mostrou uma fraca banda de absorbância em 1710 que corresponde ao estiramento do grupo carbono-carbono. Modo de deformação *scissoring* dos grupos etílicos foi observado com intensidade média no espectro infravermelho em 1453 cm<sup>-1</sup>.

Na região de número de onda abaixo de 1100 cm<sup>-1</sup> do espectro infravermelho do óleo essencial de *V. gardneriana* há predominância dos modos de torção e deformações dos anéis aromáticos. A fraca banda de infravermelho observada em 1070 cm<sup>-1</sup> corresponde a mistura de modos de deformação dos átomos HCCC e torção dos átomos CCCC. Observa-se também uma banda de infravermelho muito fraca em 562 cm<sup>-1</sup> que corresponde a mistura de modos de deformação e torção dos átomos HCCC e deformação fora do plano dos CCCC dos anéis aromáticos.

### 3.3 Concentração inibitória mínima

O óleo extraído das folhas de *V. gardneriana* apresentou MICs de 1024 µg/mL para, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Escherichia coli* 06. Para *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 o óleo apresentou uma concentração inibitória de 32 µg/mL e *S. aureus* 10 de 161 µg/mL sendo percebido na leitura colorimétrica das placas de microdiluição. Resultado demonstrado na Tabela 3.

OEFVG	SA-ATCC 25923	EC-ATCC 25922	SA-10	EC- 06
	32 µg/mL	≥1024 µg/mL	161 µg/mL	≥1024 µg/mL

Tabela 3 - Resultado das concentrações inibitórias mínimas (CIM).

### 3.4 Efeito da modificação antibiótica

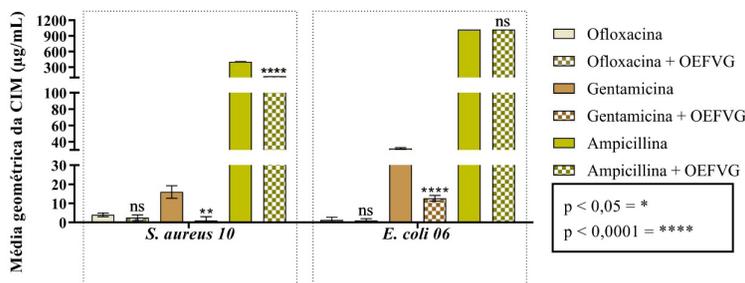


Figura 4 - Concentração Inibitória Mínima (CIM) dos antibióticos orfloxacina, gentamicina, e ampicilina na presença e na ausência do **óleo essencial de *V. gardneriana***, em uma concentração CIM (128 µg/mL), frente a bactéria *Staphylococcus aureus* 10 e *Escherichia coli* 06.

O óleo essencial de *V. gardneriana* apresentou um o efeito modificador da ação antibiótica para as duas cepas testadas *S. aureus* 10 e *E.coli* 06 em relação ao antibiótico gentamicina da classe dos aminoglicosídeos, sinergismo esse que não foi observado nos demais antibiótico usados. Para o ofloxacino em associação com o óleo para a cepa *S. aureus* 10 revelaram valores indiferentes em relação ao seu controle, resultado parecido foi encontrado também para o antibiótico ampicilina para a cepa *E.coli* 06.

A sensibilidade de um microrganismo a um óleo essencial varia dependentemente das propriedades do óleo e das características do microrganismo em si. O efeito do óleo de *V. gardneriana* pode ser atribuído à sua interação com peptídeos anfífilos na membrana celular desordenando-os e resultando numa lise celular, danos esses observados em estudos usando óleos essenciais (AZEVEDO *et al.* 2016; MOLLICA *et al.* 2018). A quantidade de cada composto no óleo exibindo atividade antibacteriana também pode desempenhar um papel importante na sua eficácia (DEVI *et al.* 2012).

Os aminoglicosídeos são antibióticos inibidores da síntese proteica que têm como local de ação a subunidade 30S do ribossoma bacteriano sua síntese tem a produção de proteínas *non sense*, que ao serem integradas na membrana citoplasmática da bactéria, altera a sua permeabilidade seletiva. Deste modo, os aminoglicosídeos são considerados bactericidas. E ainda classificados como antibióticos de largo espectro, ativos contra bactérias aeróbias de Gram positivo e Gram negativo (SOUSA, 2006). Tendo em vista que essa associação desses compostos contribuiu de forma benéfica em ação antibiótica frente as cepas testas com o antibiótico gentamicina.

O efeito modulador contra *E. coli* foi observado de forma inesperada pois os microrganismos Gram-positivos possuem mais suscetibilidade a antibióticos do que os micro-organismos gram-negativos como *E. coli* devido à sua composição da parede celular, o que dificulta a passagem de antibióticos (AZZOPARDI *et al.* 2013; GUIMARAES *et al.* 2010). *P. aeruginosa* apresenta vários mecanismos de resistência, por exemplo, a produção de beta-lactamase e o aumento da expressão de bombas de efluxo sendo que *S. aureus* apresenta alguns componentes que também lhe conferem a capacidade de resistir as drogas (LIVERMORE, 2002) e, portanto, possui resistência a uma ampla classes de antibióticos (FUENTEFRÍA *et al.* 2008).

Os resultados encontrados de atividade antibacteriana para esse óleo de *V. gardneriana* com as cepas testadas são inéditos. Acrescenta-se ainda que o experimento do efeito de combinação dos antibióticos testados com este produto natural é um achado relevante, pois mostrou efeito modulatório com antibióticos de uso clínico.

## 4 | CONCLUSÃO

A análise espectroscópica do espectro ATR FT-IR do óleo essencial das folhas da *V. gardneriana* forneceu informação sobre os modos vibracionais das principais bandas de infravermelho. O óleo essencial de *V. gardneriana* apresentou uma atividade antibacteriana para as duas cepas de *S. aureus* testadas o que não foi observado para *E. coli*. Para o efeito modificador da ação antibiótica, as duas cepas testadas *S. aureus* 10 e *E.coli* 06 em relação ao antibiótico gentamicina apresentaram valores significantes.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio financeiro do CNPq e da FUNCAP. A.M.R. Teixeira, Ph.D., reconhece também o apoio financeiro do CNPq (subvenção n°: 305719/2018-1), e FUNCAP/Edital N° 03/2019 (processo DEP-0164-00234.01.00/19). H.S. Santos reconhece o apoio financeiro do FUNCAP (Subvenção n°: BP2-0107-00026.01.00/15).

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, IZABELA et al. **Eficácia in vitro do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon flexuosus* Steud. Wats.) frente a bactérias entéricas de origem avícola.** Acta Veterinaria Brasilica v. 10, p. 25-31, 2016. <https://doi.org/10.21708/avb.2016.10.1.5467>
- ERNEST, A. AZZOPARDI; ELAINE, L. FERGUSON; DAVID, W. THOMAS. **The enhanced permeability retention effect: a new paradigm for drug targeting in infection.** Journal of Antimicrobial Chemotherapy v. 68, p. 257-274, 2013. <https://doi.org/10.1093/jac/dks379>
- BASER, K.H.C.; BUCHBAUER, G. **Handbook of essential oils: science, technology, and applications Chemistry of Essential Oils.** CRC Press, 2010. p. 39-82., New York, USA. <https://doi.org/10.1201/b19393>
- CARMICHAEL, A.R. **Can Vitex Agnus Castus be Used for the Treatment of Mastalgia? What is the Current Evidence?** Evidence-based Complementary and Alternative Medicine v. 5, p. 247-250, 2008. <https://doi.org/10.1093/ecam/nem074>
- CLSI, **Clinical and Laboratory Standards Institute - Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically; Approved Standard**, Sixth ed. National Committee for Clinical Laboratory Standards, Wayne, PA, pp. 14 - 18, 2003.
- COUTINHO, H.D.M. et al. **In vitro anti-staphylococcal activity of Hyptis martiusii Benth against methicillin-resistant Staphylococcus aureus: MRSA strains.** Revista Brasileira de Farmacognosia v. 18, p. 670-675, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-695X2008000500005>
- DEVI, L.R. et al. **Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Curcuma leucorrhiza Roxb.** Journal of Essential Oil Research v. 24, p. 533-538, 2012 <https://doi.org/10.1080/10412905.2012.728089>

- DUGOUA, J.J. et al. **Safety and efficacy of chastetree (*Vitex agnus-castus*) during pregnancy and lactation.** Journal canadien de pharmacologie clinique v. 15, e74-79, 2008.
- FUENTEFRIA, D.B. et al. **Pseudomonas aeruginosa: spread of antimicrobial resistance in hospital effluent and surface water.** Revista Da Sociedade Brasileira De Medicina Tropical v. 41, p. 470-473, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822008000500007>
- GUIMARAES, D.O.; MOMESSO, L.D.; PUPO, M.T. **Antibiotics: Therapeutic importance and perspectives for the discovery and development of new agents.** Quimica Nova v. 33, p. 667-679, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000300035>.
- LIVERMORE, D.M. **Multiple Mechanisms of Antimicrobial Resistance in Pseudomonas aeruginosa: Our Worst Nightmare?** Clinical Infectious Diseases v. 34, p. 634-640, 2002. <https://doi.org/10.1086/338782>
- MEENA, A.K. et al. **A review of the important chemical constituents and medicinal uses of Vitex genus.** Asian Journal of Traditional Medicines v. 6, p. 54-60, 2011.
- MOLLICA, A. et al. **Arginine- and Lysine-rich Peptides: Synthesis, Characterization and Antimicrobial Activity.** Letters in Drug Design & Discovery v. 15, p. 220-226, 2018. <https://doi.org/10.2174/1570180814666170213161341>
- MONTEIRO, L.C.C.F. et al. **Atividade antioxidante, teor de fenóis e atividade larvicida frente ao Aedes aegypti de Vitex gardneriana Schauer.** 5º Encontro Regional de Química & 4º Encontro Nacional de Química 3, 2015.
- ONO, M. et al., **Five New Diterpenoids, Viteagnusins A-E, from the Fruit of Vitex agnus-castus.** Chemical & Pharmaceutical Bulletin v. 56, p. 1621-1624, 2008. <https://doi.org/10.1248/cpb.56.1621>
- SÁ BARRETO, L.C.L. et al. **Avaliação Preliminar da Atividade Biológica e Toxicidade Aguda de Vitex gardneriana Schauer (Verbenaceae).** Latin American Journal of Pharmacy v. 27, p. 909-913, 2008.
- SÁ BARRETO, L.C.L. **Estudo farmacognóstico e determinação da atividade biológica de Vitex gardneriana Schauer (Verbenaceae), Pós Graduação em Ciências Farmacêuticas.** Universidade Federal de Pernambuco, Recife -PE, p. 114, 2004.
- SÁ BARRETO, L.C.L. et al. **Atividade moluscicida de extratos e de aucubina de Vitex gardneriana Schauer (Verbenaceae) em embriões da Biomphalaria glabrata.** Latin American Journal of Pharmacy v. 26, p. 339-343, 2007
- SÁ BARRETO, L.C.L. et al. **Ecdisteróide e iridóide glicosilado de Vitex gardneriana Schauer (Verbenaceae).** Revista Brasileira de Farmacognosia v. 15, p. 51-54, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-695X2005000100011>.
- SILVA, P.T. et al. **Seasonal variation in the chemical composition and larvicidal activity against Aedes aegypti of essential oils from Vitex gardneriana Schauer.** South African Journal of Botany v. 124, p. 329-332, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.04.036>

SOUSA, J.C.D. **Manual de Antibióticos Antibacterianos**, 2ª ed. Universidade Fernando Pessoa, 2006.

STUART, B.H. **Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications**, 1ª ed. John Wiley & Sons, Ltd, 2004.

TEIXEIRA, A.M.R. et al. **Vibrational spectroscopy study of essential oils from *Plectranthus amboinicus* Lour. Spreng and *Vanillosmopsis arborea* Baker**. *Vibrational Spectroscopy* v. 98, p. 22-29, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.vibspec.2018.05.008>

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ácido acético 37, 38, 45, 46, 106, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117

Alelopatia 67, 69, 81

Anatomia comparada 141, 142, 146

Antracnose 122, 128

Areia contaminada 1, 8

*Atelidae* 166, 167, 168, 169, 170, 179, 180, 181

Ativadores de microrganismos 92, 94

Atividade antimicrobiana 23, 24, 28, 32, 53, 54, 58, 79, 82

Atividade potenciadora de antibióticos 53, 54

Ave 182

Azul de trypan 37, 38, 40

### B

Biodigestor 136, 138, 139

Biofilme 28, 106, 110

### C

Celulose 45, 46, 49

Cepa Me49 18, 19

Conservação 106, 108, 109, 110, 112, 118, 133, 145, 157, 167, 168, 169, 180, 181, 183, 185, 189, 190, 207, 208, 209, 210

Cultivo *ex vitro* 129

### D

Diagnóstico laboratorial 83, 84, 86

### E

Ecosistema 129, 130, 131, 133, 182

Efeito citopático 12, 13, 14, 15, 18, 20

Exopolissacarídeos 45, 46, 47, 48, 49, 50

### F

Feijão 122, 128, 136, 137, 138

Fungos patogênicos 1, 9

## **G**

Germinação 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 122, 132, 133, 135, 197

## **H**

Herniorrafia 156

## **J**

Jatobá 23, 24, 25, 32, 195

## **L**

Laranja 106, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119

Lavras da mangabeira 187, 188, 190, 191, 194, 196, 199, 202, 203, 204, 206, 207, 210

Leguminosas 136, 138, 139, 140, 209

## **M**

Manchas de Cerrado 188

Microbiota do solo 92, 94, 103

Microdiluição 23, 24, 26, 57, 58, 62

Micropropagação 129

Microrganismos 3, 4, 7, 8, 9, 11, 31, 38, 43, 53, 63, 87, 92, 94, 95, 96, 97, 101, 103, 129, 130, 131, 132, 133, 134

Milho 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 128

Modulação 23, 24, 25, 27, 29, 30

## **N**

Neubauer 37, 38, 39, 40, 42

NPK 136, 137, 138, 139

## **P**

Perfil hepático 83, 84, 86, 89, 91

Phaseolus vulgaris L 121, 122, 123, 128, 137

Praguicidas 83, 84, 85, 86, 87, 90

Primatas 157, 158, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 175, 180, 181

Prossímio 156, 163, 164

## **Q**

Quitosana 106, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 118, 119

## R

Recelularização 141, 143, 144, 146

Regeneração celular 141

## S

Sacarose 45, 47, 49, 50

Sementes 54, 67, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 80, 82, 103, 122, 127, 128, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 171, 197

Simbiose 129, 130, 131, 132, 133

Sistema circulatório 148, 150

Soja 92, 93, 94, 95, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 127

*Struthanthus marginatus* 67, 68, 69, 70, 80, 81, 82

## T

*Toxoplasma gondii* 12, 13, 14, 21, 22

*Trichophyton* 1, 2, 7, 8

Tubarão-martelo-liso 148

Tubarão-martelo-recortado 148

## V

*Vitex gardneriana* 53, 54, 65

# Ciências Biológicas: Considerações e Novos Segmentos



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)



[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# Ciências Biológicas: Considerações e Novos Segmentos

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 @atenaeditora

 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)