



**Nayara Araújo Cardoso  
Renan Rhonalty Rocha  
Maria Vitória Laurindo  
(Organizadores)**

**As Ciências Biológicas e da  
Saúde na Contemporaneidade 2**

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Nayara Araújo Cardoso  
Renan Rhonaly Rocha  
Maria Vitória Laurindo  
(Organizadores)

# As Ciências Biológicas e da Saúde na Contemporaneidade 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C569 As ciências biológicas e da saúde na contemporaneidade 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Nayara Araújo Cardoso, Renan Rhonalty Rocha, Maria Vitória Laurindo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Ciências Biológicas e da Saúde na Contemporaneidade; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-216-6

DOI 10.22533/at.ed.166192803

1. Ciências biológicas. 2. Biologia – Pesquisa – Brasil. 3. Saúde – Brasil. I. Cardoso, Nayara Araújo. II. Rocha, Renan Rhonalty. III. Laurindo, Maria Vitória. IV. Série.

CDD 574

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

## APRESENTAÇÃO

A obra “As Ciências Biológicas e da Saúde na Contemporaneidade” consiste de uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seus 22 capítulos do volume II, apresenta a importância do desenvolvimento de novas pesquisas nos âmbitos da saúde e da natureza e ainda a relevância da busca de novas terapias para o tratamento de variadas patologias.

O desenvolvimento de pesquisas no campo da saúde representa uma ferramenta importante para a busca de novas estratégias para o diagnóstico, acompanhamento do curso e tratamento de doenças. É na área da saúde que a biotecnologia encontra algumas de suas aplicações mais benéficas e abrangentes. Por meio de diferentes vertentes biotecnológicas, como a produção e atuação de organismos geneticamente modificados; a engenharia genética, que permite qualquer tipo de alteração em nível de DNA e experimentos empregando espécies vegetais e/ou compostos isolados para o desenvolvimento de terapias alternativas e aprimoramento das terapias convencionais.

Atualmente a busca por novos compostos com atividade terapêutica é feita majoritariamente através da experimentação de produtos naturais, uma vez que muitos destes têm comprovadas cientificamente suas propriedades antimicrobianas, antioxidantes, anti-inflamatórias, antineoplásicas, analgésicas, entre outras.

Desse modo, este volume II apresenta artigos que tratam: das propriedades antioxidantes de espécies vegetais como o alecrim e o chá verde; estudos microbiológicos e de toxicidade de espécies vegetais e animais; caracterização de ácidos nucleicos e proteínas; emprego da engenharia genética para elucidação de mecanismos de ação e desenvolvimento e experimentação de alimentos funcionais. Assim, esta obra é dedicada aos pesquisadores da área de saúde, que buscam reciclar seus conhecimentos por meio de pesquisas relevantes e se atualizar perante às novas tecnologias e descobertas científicas e biotecnológicas aplicadas às áreas da saúde.

Portanto, esperamos que este livro possa estimular outros estudantes e profissionais de saúde ao desenvolvimento de pesquisas e estudos a fim de incorporar à literatura referências atualizadas e possibilitar a aplicabilidade dos resultados dessas pesquisas às práticas profissionais diárias.

Nayara Araújo Cardoso  
Renan Rhonalty Rocha  
Maria Vitória Laurindo

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A BIOLOGIA SINTÉTICA E ENGENHARIA METABÓLICA PARA DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES EM BIOTECNOLOGIA	
Mauricio Schiavo Gabriel Dall'Alba Mauricio Moura da Silveira Sergio Echeverrigaray	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1661928031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>18</b>
A CONSTRUÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS DA ESTRUTURA DO DNA COM MATERIAIS ALTERNATIVOS: CRIANDO E APRENDENDO	
Maria da Conceição dos Reis Leal João Gabriel Rangel Gonçalves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1661928032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>28</b>
ALECRIM ( <i>Rosmarinus officinalis</i> L.): EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS ANTIOXIDANTES E SUA IMPORTÂNCIA NO CONTROLE DA DOENÇA MANCHA FOLIAR EM PLANTAS DE CEVADA	
Fernando Luquis Brenda Mery Santos de Godoy Cristiane Santana Garcia Victor Alves Franklin Luciana Leite Oliveira Nilsa Sumie Yamashita Wadt Vinicius de Oliveira Cardoso Erna Elisabeth Bach	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1661928033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
ALELOPATIA DE EXTRATOS AQUOSOS DE <i>Eragrostis lugens</i> Nees. NA GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE <i>Oryza sativa</i> L	
Daniela Sponchiado Jéssica Cezar Cassol Douglas de Lima Righi Lucas Menezes Jorge Eduarda Mena Barreto Juçara Terezinha Paranhos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1661928034</b>	

**CAPÍTULO 5 ..... 45**

AVALIAÇÃO DA GENOTOXICIDADE DE *COMBRETUM LEPROSUM MART.*: TESTE *ALLIUM CEPA*

Raidan Costa Rodrigues  
Valéria Moura de Carvalho  
Jadielson da Silva Santos  
Brenda Lois Barros dos Santos  
Andressa Jordanne Pereira Ramos  
Cairo Hilbert Santos de Melo  
Juliane Moreira Ramos  
Elizângela de Carvalho Nunes  
Sâmya Katya Barros Guimarães  
Wanderson Ferreira Martins  
Adão Correia Maia  
Kelly Maria Rêgo da Silva  
Mateus Sávio Amorim  
Antonio Lima Braga

**DOI 10.22533/at.ed.1661928035**

**CAPÍTULO 6 ..... 50**

AVALIAÇÃO DO EFEITO ANTIOXIDANTE DOS EXTRATOS DE ALECRIM (*ROSMARINUS OFFICINALIS*) E CHÁ VERDE (*CARMELLIA SINENSIS*) EM LINGUIÇAS FRESCAL BOVINA

Thaís Cidarta Melo Barbosa  
Juliana Nobrega Clemente  
Karina da Silva Chaves  
Sthelio Braga da Fonseca  
Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles

**DOI 10.22533/at.ed.1661928036**

**CAPÍTULO 7 ..... 61**

AVALIAÇÃO DO USO DE AÇÚCAR NA TERAPIA TÓPICA DE FERIDAS

Ingrid dos Santos Farias  
Emanuelle Karine Frota Batista  
Hebelys Ibiapina da Trindade  
Janayna Batista Barbosa de Sousa Muller  
Maria José Lima Nascimento  
Evanita da Rocha Luz  
Maria do Carmo de Souza Batista

**DOI 10.22533/at.ed.1661928037**

**CAPÍTULO 8 ..... 71**

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA VITAMINA C SOBRE A DEFESA ANTIOXIDANTE ENZIMÁTICA NA FASE AGUDA DA DOENÇA DE CHAGAS EM CAMUNDONGOS EXPERIMENTALMENTE INFECTADOS COM A CEPA QM2 DE *Trypanosoma cruzi*

Patrícia Milani de Moraes  
Bruna de Lima Pereira  
Ludmyla Toller Cocco  
Luciamare Perinetti Alves Martins

**DOI 10.22533/at.ed.1661928038**

**CAPÍTULO 9 ..... 84**

AValiação DOS ÍndICES DE REGENERAÇÃO HEPÁTICA NO MODELO EXPERIMENTAL DE HEPATECTOMIA A 70%

Luz Marina Gonçalves de Araujo Oliveira  
Pedro Luiz Squilacci Leme  
Maria Cristina Chavantes

**DOI 10.22533/at.ed.1661928039**

**CAPÍTULO 10 ..... 94**

BIOTECNOLOGIA NO CONTROLE DE MOSQUITOS TRANSMISSORES DE ARBOVIROSES: BIOENSAIOS PARA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE INSETICIDA EM MOSQUITOS ADULTOS

Fabíola da Cruz Nunes  
Louise Helena Guimarães de Oliveira  
Patrícia Alexandria Paiva Silva de Sousa  
Hyago Luiz Rique

**DOI 10.22533/at.ed.16619280310**

**CAPÍTULO 11 ..... 103**

COMPOSTOS BIOATIVOS E POTENCIAL NUTRACÊUTICO DO FRUTO DE BURITI (*Mauritia flexuosa* L) NA TERAPIA COADJUVANTE EM PORTADORES DE DISLIPIDEMIA

Joilane Alves Pereira-Freire  
Vivianne Rodrigues Amorim  
Fernanda Maria de Carvalho Ribeiro  
Stella Regina Arcanjo Medeiros  
Jurandy do Nascimento Silva  
Paulo Michel Pinheiro Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.16619280311**

**CAPÍTULO 12 ..... 116**

DESENVOLVIMENTO DE MICROPARTÍCULAS DE ALGINATO DE CÁLCIO PARA IMOBILIZAÇÃO DE *Chlorella vulgaris*

Felipe de Albuquerque Santos  
Eduardo Bittencourt Sydney  
Alessandra Cristine Novak Sydney

**DOI 10.22533/at.ed.16619280312**

**CAPÍTULO 13 ..... 127**

DESENVOLVIMENTO DE PÃO DE FORMA CONTENDO FARINHA MISTA DE MARACUJÁ E JABUTICABA

Jamilly Salustiano Ferreira Constantino  
Julice Dutra Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.16619280313**

**CAPÍTULO 14 ..... 143**

DETERMINAÇÃO DO EHL (EQUILÍBRIO-HIDROFÍLICO LIPOFÍLICO) DO ÓLEO DE ABACATE

Laíssa Aparecida Praxedes dos Reis  
Alessandra Cristine Novak Sydney

**DOI 10.22533/at.ed.16619280314**

**CAPÍTULO 15 ..... 150**

ESTUDO DA TOXICIDADE DE *Combretum leprosum* Mart.: TESTE *ALLIUM CEPA*

Valéria Moura de Carvalho  
Raidan Costa Rodrigues  
**Kelly Maria Rêgo da Silva**  
Elizângela de Carvalho Nunes  
Sâmya Katya Barros Guimarães  
Brenda Lois Barros dos Santos  
Cairo Hilbert Santos de Melo  
Juliane Moreira Ramos  
Wanderson Ferreira Martins  
Gabrielle Costa Bento Campos  
Adão Correia Maia  
Antonio Lima Braga  
Jadielson dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.16619280315**

**CAPÍTULO 16 ..... 155**

ESTUDO E MODELAGEM CINÉTICA HETEROGÊNEA DA REAÇÃO DE CETALIZAÇÃO DO GLICEROL COM ACETONA UTILIZANDO ZEÓLITAS DO TIPO H-BEA E H-FER COMO CATALISADORES

Vinicius Rossa  
Gisel Chenard Díaz  
Yordanka Reyes Cruz  
Sibele Berenice Castellã Pergher  
Donato Alexandre Gomes Aranda

**DOI 10.22533/at.ed.16619280316**

**CAPÍTULO 17 ..... 171**

ESTUDOS MICROBIOLÓGICOS DAS FOLHAS DA *Eugenia uniflora* Linn. (PITANGA)

Giovanna Gabrielly Alves da Silva Fraga  
Maria Gabrielle de Oliveira Tabosa  
Emilay Lira de Freitas  
Leticia Vieira dos Santos Beserra  
Arquimedes Fernandes Monteiro de Melo  
Risonildo Pereira Cordeiro

**DOI 10.22533/at.ed.16619280317**

**CAPÍTULO 18 ..... 177**

NEW PROCESS FOR OBTAINING NANOCHITOSAN / BURITI OIL (*Mauritia flexuosa*) BIOCOMPOSITE: A BIOMATERIAL FOR REGENERATIVE MEDICINE AND TISSUE ENGINEERING

Júlia Silveira Broquá  
Luciano Pighinelli  
Magda Comoretto Gall  
Jader Figueiredo  
Giovani André Piva  
Lucas Eduardo Lopes  
Machado, Pamela Persson  
Anderson Rockenbach  
Renata Pospichil  
Luan Rios Paz  
Fernando Guimarães  
Gabrielle Zanin  
Marzena Kmiec Pighinelli

**DOI 10.22533/at.ed.16619280318**



**CAPÍTULO 19 ..... 192**

*PORPHYROMONAS GINGIVALIS* NA PERIODONTITE: POR QUE ESTUDAR SEUS FATORES DE VIRULÊNCIA COM FERRAMENTAS *IN SILICO*?

Ellen Karla Nobre dos Santos-Lima  
Larissa de Mattos Oliveira  
Michelle Miranda Lopes Falcão  
Manoelito Coelho dos Santos Junior  
Márcia Tosta Xavier  
Soraya Castro Trindade

**DOI 10.22533/at.ed.16619280319**

**CAPÍTULO 20 ..... 211**

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BIOSURFACTANTES PRODUZIDOS POR *Bacillus subtilis* A PARTIR DO EXTRATO AQUOSO DA ALGAROBA [*Prosopis juliflora* (SW) DC] COMO SUBSTRATO NÃO CONVENCIONAL

Adrielly Silva Albuquerque de Andrade  
Emanuele Cardoso Dias  
Napoleão José de Oliveira Neto  
Graciana Clécia Dantas  
Adna Cristina Barbosa de Sousa  
Andréa Farias de Almeida

**DOI 10.22533/at.ed.16619280320**

**CAPÍTULO 21 ..... 224**

SUPLEMENTAÇÃO COM DIFERENTES NUTRACÊUTICOS ATENUA PARÂMETROS COMPORTAMENTAIS CARACTERÍSTICOS DO TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

Ana Olívia Martins Laurentino  
Naiana da Rosa  
Tamires Mateus Gomes  
Eduardo de Medeiros Peretti  
Fabiana Durante de Medeiros  
Jucélia Jeremias Fortunato

**DOI 10.22533/at.ed.16619280321**

**CAPÍTULO 22 ..... 231**

USO DO EXTRATO DE *Ganoderma lucidum* NO CONTROLE DA MANCHA FOLIAR EM PLANTAS DE CEVADA PROTEGENDO O MEIO AMBIENTE

Ricardo Zanirato da Costa Fernandes  
Lorena de Cássia Barboza Pires  
Jessica Pojato da Silva  
Joseanne Meira Cambuí  
Edgar Matias Bach Hi  
Vinicius de Oliveira Cardoso  
Erna Elisabeth Bach

**DOI 10.22533/at.ed.16619280322**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 239**

## BIOTECNOLOGIA NO CONTROLE DE MOSQUITOS TRANSMISSORES DE ARBOVIROSES: BIOENSAIOS PARA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE INSETICIDA EM MOSQUITOS ADULTOS

### **Fabíola da Cruz Nunes**

Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Biologia Celular e Molecular, João Pessoa-PB.

### **Louise Helena Guimarães de Oliveira**

Universidade Federal da Paraíba, Curso de Graduação em Biotecnologia, João Pessoa-PB.

### **Patrícia Alexandria Paiva Silva de Sousa**

Universidade Federal da Paraíba, Curso de Graduação em Biotecnologia, João Pessoa-PB.

### **Hyago Luiz Rique**

Universidade Federal da Paraíba, Curso de Graduação em Biotecnologia, João Pessoa-PB.

**RESUMO:** Atualmente, diversas arboviroses vem causando preocupação ao redor do mundo. Dengue, febre amarela urbana, zika e chikungunya afetam grande número de pessoas, sobretudo em países tropicais como o Brasil. Diversas estratégias de controle dessas doenças vem sendo estudadas, tais como vacinas e terapias antivirais. Apesar disso, a principal forma de combate consiste no controle dos mosquitos vetores, sobretudo através da eliminação mecânica dos criadouros e da utilização de inseticidas. Infelizmente, tais esforços não tem sido suficientes para manter essas doenças controladas. Dessa forma, pesquisas que enfoquem no controle dos mosquitos são de grande importância. O objetivo desse capítulo é descrever metodologias para

estudos de atividade inseticida em mosquitos adultos. Como metodologia, foram propostos três bioensaios utilizando *Aedes aegypti*: teste de contato tarsal, teste de contato corporal e teste de ingestão. Como resultados, observou-se que as três metodologias são adequadas para estudo de atividade inseticida contra mosquitos adultos e fornecem informações sobre qual a melhor via de utilização do inseticida estudado. O teste de contato tarsal simula a aplicação de inseticidas sobre superfícies e é adequado para estudo sobre o efeito residual dos inseticidas sobre os mosquitos. Já o teste de contato corporal, simula a aplicação direta do inseticida sobre o mosquito, enquanto o teste de ingestão é adequado para estudo em que se pretende desenvolver iscas de alimentação. Conclui-se que as metodologias propostas são de simples execução, baixo custo e de grande utilidade para pesquisas de novas substâncias inseticidas que possam ser utilizadas no combate aos mosquitos vetores de arboviroses.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arbovírus, *Aedes aegypti*, inseto.

**ABSTRACT:** Currently, many arboviruses is causing concern around the world. Dengue, urban yellow fever, zika and chikungunya affect large numbers of people, especially in tropical countries like Brazil. Several strategies to control these diseases have been studied, such as

vaccines and antiviral therapies. Nevertheless, the main way to combat those consists in the control of mosquito vectors, particularly by mechanical removal of breeding and use of insecticides. Unfortunately, such efforts have not been enough to keep these diseases under control. Therefore, research that focuses on mosquito control are so important. The aim of this chapter is to describe methodologies for insecticidal activity studies in adult mosquitoes. As methods, three bioassays were proposed using *Aedes aegypti*: tarsal contact test, body contact test and ingestion test. As results, the three methodologies were adequate to study insecticidal activity against adult mosquitoes. These methods provide information on the best way of using the insecticide studied. The tarsal contact test simulates the application of insecticides on surfaces and is suitable for study on the residual effect of insecticides on mosquitoes. On the other hand, the body contact test simulates the direct application of the insecticide on the mosquito, while the ingestion test is adequate to develop feeding baits. As conclusion the results show that the proposed methodologies are simple, low cost and very useful for research on new insecticides that can be used to combat mosquito vectors of arboviruses.

**KEYWORDS:** arboviruses, *Aedes aegypti*, insect.

## 1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a saúde pública tem enfrentado um importante desafio de conter o inseto *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus, 1762), uma vez que é considerado o principal vetor dos vírus da dengue, chikungunya e zika (Terra et al, 2017). As evidências existentes apontam que o *Ae. aegypti* se originou na África tropical, habitando ambientes silvestres, como escavações em rochas e troncos de árvores. Com o passar do tempo essa espécie adaptou-se aos centros urbanos, onde as alterações provocadas pelo homem propiciam sua proliferação. No continente americano, acredita-se que tenha sido transportada em barris que vinham dos navios de exploradores e colonizadores (Dive, 2007). Nas terras brasileiras, as primeiras suspeitas ligadas ao mosquito apareceram em meados do século XVIII, época em que havia o comércio de escravos negros vindos da África. Porém, somente no final do século XIX que cientistas passaram a estudar detalhadamente o inseto, vindo então a descobrir as doenças que estes eram capazes de provocar, além de descobrir formas de combatê-los. O *Ae. aegypti* apresenta grande capacidade de adaptação a criadouros artificiais, o que possibilita o aumento de sua população e, por conseguinte, o aparecimento de epidemias devido ao seu hábito antropofílico (Consoli & Oliveira, 1994).

Controlar o *Ae. aegypti* tem sido um grande e importante desafio, principalmente em países emergentes. Até em situações onde recursos são liberados especificamente para a aplicação de programas de combate ao vetor, na maioria das vezes não se tem alcançado sucesso. Os problemas de infraestrutura das cidades, como baixas

coberturas na coleta de lixo e intermitência no abastecimento de água, são fatores que comprometem a efetividade dos métodos tradicionais de controle do *Aedes sp.* (Zara et al., 2016; Coelho, 2008).

Atualmente o território brasileiro passa por um momento com alta incidência de arboviroses (dengue, chikungunya e zika), mas além disto, alguns dados epidemiológicos apontam números preocupantes de casos graves e muitos óbitos. Outro problema atual é a associação do zika vírus com a síndrome de Guillain-Barré e, principalmente, com a transmissão vertical, resultando em casos de microcefalia, que têm sido motivo de alarme nacional e internacional (Terra et al, 2017).

Para a redução da densidade populacional do *Ae. aegypti*, recomenda-se o controle integrado. O controle integrado é um conjunto de ações preventivas e corretivas, para impedir a atração, abrigo, acesso ou proliferação de vetores e pragas urbanas e, como parte deste controle, o uso de inseticidas e repelentes ambientais. No entanto, tal prática tem levado à seleção de populações de insetos resistentes. Dessa forma, faz-se necessário buscar métodos alternativos que sejam mais seguros, eficazes, com preços acessíveis e biodegradáveis (Silva et al., 2014; Brasil, 2016b).

Além dos problemas relacionados à toxicidade, o surgimento da resistência por parte do *Aedes aegypti* aos inseticidas químicos mais utilizados tem sido reportada por diversos autores (Luna, 2004; Horta, 2011). O Brasil possui um alto potencial de recursos naturais para o desenvolvimento de inseticidas a partir da flora nativa. Neste contexto, pesquisadores vem utilizando a biotecnologia para explorar nossos recursos naturais e desenvolver novos inseticidas (Nunes et al., 2014; Oliveira et al., 2015; Fernandes et al., 2018). Dessa forma, este estudo tem como objetivo analisar 3 metodologias para avaliação da atividade inseticida em mosquitos adultos, simulando diferentes formas de aplicação de inseticidas.

## 2 | METODOLOGIA

### Bioensaios para avaliação da atividade aduicida

#### *Insetos*

Para esse estudo, foram utilizados mosquitos da espécie *Aedes aegypti*, da linhagem Rockfeller João Pessoa, obtidos de uma colônia cíclica mantida a mais de sete anos no Laboratório de Biotecnologia Aplicada a Parasitas e Vetores (LAPAVET), do Centro de Biotecnologia da Universidade Federal da Paraíba. As populações da linhagem Rockfeller, são caracterizadas como uma linhagem padrão de mosquito, susceptível a classe de inseticidas químicos derivados de produtos naturais. Estes são utilizados como referência em estudos de monitoramento de resistência comparados com os mosquitos existentes nas cidades brasileiras (FRANÇA, 2015).

O ciclo do *Ae. aegypti* é mantido dentro de uma câmara climatizada do tipo Biological Oxygen Demand (BOD), sob condições de temperatura controlada de  $27 \pm 2^\circ\text{C}$ , umidade relativa do ar  $75 \pm 5\%$  e fotoperíodo de 12 horas de claro e escuro (WHO, 2013; IMAM et al. 2014; NUNES et al. 2015). A utilização de condições normalizadas de manutenção do ciclo de vida do mosquito para ensaios laboratoriais é essencial para garantir a confiabilidade e reprodutibilidade dos dados (WHO, 2013). Foram utilizados nos experimentos, ovos, larvas no quarto estágio de desenvolvimento (L4), pupas e mosquitos adultos de *Ae. aegypti*.

### Substâncias teste

Para os bioensaios utilizou-se o extrato liofilizado de *Agave* híbrida 11648 e o extrato liofilizado de *Agave sisalana*, ambos fornecidos pela Embrapa Algodão – Campina Grande. O cultivo foi feito na cidade de Monteiro, na Paraíba. O extrato foi obtido a partir da moagem das folhas em moinho manual até a completa extração da seiva clorofilada e posteriormente foi submetido a filtragem e ao processo de liofilização até completa secagem da amostra. A amostra foi acondicionada em recipiente, ao abrigo da luz e em temperatura ambiente até o momento da utilização. A concentração testada foi a de 10 mg/mL.

### Teste de contato tarsal

A metodologia proposta tem a intenção de simular a aplicação intradomiciliar de inseticidas e seu poder residual nas paredes dos ambientes. Neste ensaio, utilizou-se como substância teste, os extratos liofilizados de *Agave sisalana* e *Agave híbrida* 11648 diluídos em água na concentração de 10 mg/mL. A solução teste foi embebida em algodão e passada por toda a parede de um recipiente de plástico de 250 mL, que é deixado secar completamente, antes da transferência dos mosquitos para o mesmo. Dez mosquitos adultos de *Ae. aegypti* com 5 dias de vida, foram transferidos para esses recipientes previamente tratadas com as substâncias teste e observados por 24 e 48 horas. No grupo controle negativo, a superfície do copo foi tratada apenas com água destilada, enquanto no controle positivo a superfície foi tratada com inseticida comercial Baygon® à base de Praletrina 0.03%, Cipermetrina 0.1% e Imiprotrina 0.03%. Os testes foram realizados em triplicata.

### Teste de contato corporal

A metodologia proposta tem a intenção de simular a aplicação do inseticida diretamente sobre o mosquito e foi adaptada da WHO (1981). Neste ensaio, vinte mosquitos foram previamente anestesiados pelo frio, sendo mantido em congelador durante 2 minutos. Posteriormente, com o auxílio de uma pipeta automática, receberam 10  $\mu\text{L}$  das substâncias teste dissolvidas em água destilada. Após a aplicação, os mosquitos foram mantidos em condições ideais de desenvolvimento em caixas

plásticas teladas e observados por 24 e 48 horas. Após esse período, os mosquitos foram considerados mortos se não apresentassem nenhum sinal de movimento, deitados no fundo do recipiente plástico e não respondendo à estimulação mecânica (CHOOCHOTE et al. 2006). No grupo controle negativo, as paredes do copo foram tratadas com água destilada. O controle positivo foi composto por 10 mosquitos adultos expostos ao inseticida com composição Imiprotrina 0,02%, Permetrina 0,05% e Esbiotrina 0,1% (NUNES et al. 2015). Para determinar as atividades tarsal e corporal foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Atividade inseticida} = \frac{\text{Número de mosquitos mortos}}{10} \times 100$$

### Teste da ingestão

O teste de ingestão é indicado nos estudos onde se pretende desenvolver iscas inseticidas. Neste ensaio utilizou-se uma caixa de polipropileno com tampa (insetário), sendo a tampa perfurada para fixação do dispositivo de alimentação. Para confecção do dispositivo de alimentação utilizou-se um absorvente interno feminino, o qual foi fixado a tampa da caixa pelo próprio cordão de algodão (Figura 1). No grupo experimental o dispositivo de alimentação foi embebido na solução da substância teste, enquanto no grupo controle, o dispositivo foi embebido numa solução de mel e água a 10%. Utilizou-se dez mosquitos por insetário, os quais tiveram acesso irrestrito apenas ao dispositivo de alimentação. Os mosquitos foram observados durante 48h e os ensaios foram realizados em triplicata.

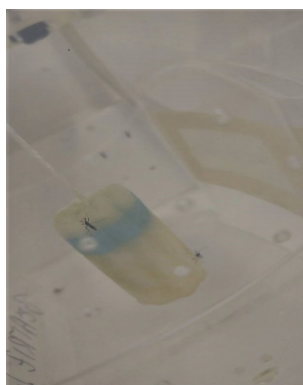


Figura 1: dispositivo de alimentação utilizado nos testes de ingestão da substância teste.

## 3 | ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada usando o programa GraphPad Prism versão 5.0 para Windows (GraphPad Software, San Diego, CA). Diferenças significativas entre os grupos foram analisadas por ANOVA e pós-teste de Tukey ( $P < 0.05$ ).

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As metodologias propostas tem como objetivo avaliar a atividade inseticida de substâncias sintéticas ou naturais. Os principais achados desse estudo foram: No bioensaio de contato tarsal observou-se que o grupo exposto a *A. sisalana* teve 100 % de mortalidade em 24 horas, enquanto o grupo exposto a *Agave* híbrida teve 63% de mortalidade (Figura 2). Já no bioensaio de contato corporal, observou-se que o grupo exposto a *A. sisalana* manteve 100 % de mortalidade em 24 horas, enquanto o grupo exposto a *Agave* híbrida teve sua mortalidade aumentada para 70%, sete por cento, portanto, que nos ensaios de contato tarsal (Figura 2).

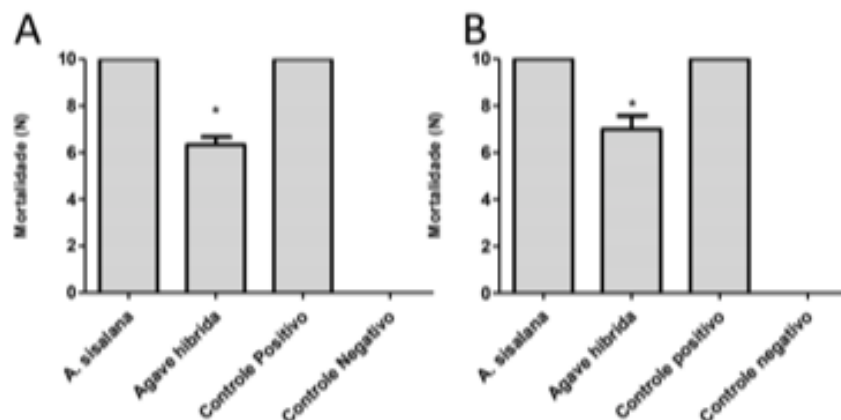


Figura 2: Teste de avaliação da atividade inseticida pelo contato tarsal (A) e corporal (B).

Dessa forma, observou-se que tanto o extrato liofilizado da *A. sisalana* quanto o da *Agave* híbrida 11648 possuem atividade inseticida seja pelo contato do mosquito com superfícies tratadas, como no caso do contato tarsal, seja pela aplicação direta sobre o corpo do mosquito (contato corporal). No caso da *Agave* híbrida, que não tinha atingido 100 % de mortalidade no bioensaio de contato tarsal, observou-se que o efeito foi potencializado quando adotou-se a metodologia do contato corporal, chegando a 100 % de mortalidade, sem aumentar a concentração da substância. Lucena et al. (2011) realizou testes de avaliação da atividade inseticida da *Rhinella marina*, por contato tarsal e corporal com mosquitos adultos. Em seu estudo, utilizando-se apenas a concentração de 100 ppm, a mortalidade passou de 20 para 36%, corroborando os nossos achados.

Um dos grandes achados desse estudo foi em relação ao efeito da ingestão da *Agave* híbrida sobre os mosquito adultos. Os mosquitos não só se alimentaram espontaneamente das soluções de *Agave* como o grupo alimentado com a *Agave* híbrida, na concentração de 5,0 mg/mL, teve 53 % de mortalidade em 24 h (Figura 3). Essa metodologia tem grande utilidade na biotecnologia, sobretudo na confecção de iscas de inseticida, produto inexistente no mercado.

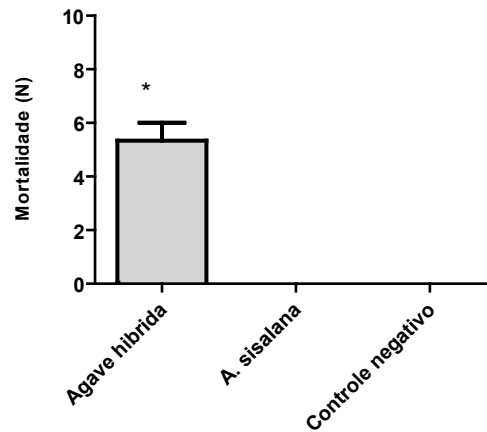


Figura 3: Teste de avaliação da atividade inseticida pelo teste de ingestão.

Em estudo de atividade inseticida realizados por Govindarajam & Sivakumar (2014) e Salmeron (2002). O teste de contato corporal se mostrou mais efetivo, matando os mosquitos num tempo menor se comparado ao teste de contato corporal como podemos observar nos gráficos 5 e 6. Esse efeito já era esperado pois segundo Salmeron (2012), o método é mais sensível, embora a técnica possa não refletir a forma pela qual os insetos são expostos a campo.

O controle do *Ae. aegypti* tem sido dificultado devido ao surgimento de resistência a inseticidas sintéticos. O piriproxyfen utilizado para o controle positivo é um eficaz larvicida, sendo utilizado nas fórmulas de diversos produtos comerciais e com diferentes apresentações (Spray, fumegantes e outros), porém Maoz et al. (2017) fez uma compilação de estudos que relatam a resistência dos insetos a este inseticida. O controle vetorial é o único método amplamente utilizado para prevenção e controle primário das diversas doenças que o *Ae. aegypti* transmite.

Dessa forma, essas metodologias aqui expostas s constituem numa importante ferramenta biotecnológica para o desenvolvimento de novos inseticidas que possam ser utilizados no combate aos vetores das arboviroses.

## 5 | CONCLUSÕES

Diante dos resultados apresentados conclui-se que os bioensaios de contato tarsal, corporal e de ingestão são metodologias de fácil execução, baixo custo e muito eficientes no desenvolvimento de novos inseticidas. Essas metodologias, além de determinarem a atividade inseticida de determinada substância, permitem estabelecer qual é a melhor forma de sua utilização, seja por meio de aplicação em superfícies, seja por aplicação direta na forma de spray, ou ainda na forma de iscas alimentares.



## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Recomendações técnicas ao Sistema Nacional de Vigilância Sanitária para colaborar no combate ao *Aedes aegypti* e prevenção e controle da Dengue, Chikungunya e infecção pelo vírus Zika.** Brasília-DF, 2016. Disponível em: [http://www.crfsp.org.br/documentos/dengue/Anvisa\\_lanca\\_cartilha\\_com\\_recomendacoes\\_tecnicas\\_para\\_o\\_combate\\_ao\\_Aedes\\_aegypti.pdf](http://www.crfsp.org.br/documentos/dengue/Anvisa_lanca_cartilha_com_recomendacoes_tecnicas_para_o_combate_ao_Aedes_aegypti.pdf). Acesso em 19 de novembro de 2018.

COELHO, G.E. **Dengue: desafios atuais.** Epidemiol Serv Saúde. 17(3): 231 – 3, 2008.

CHOOCHOTE, W., CHAIYASIT, D., KANJANAPOTHI, D., RATTANACHANPICHAI, E., JITPAKDI, A., TUETUN, B., PITASAWAT, B. **Chemical composition and anti-mosquito potential of rhizome extract and volatile oil derived from *Curcuma aromatica* against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae).** Journal of Vector Ecology, v. 30, p. 302-309, 2005.

CONSOLI, R.A.G.B; OLIVEIRA, R. L. **Mosquitos de importância sanitária.** 1. Ed. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1994.

DIVE-SC - Diretoria de Vigilância Epidemiológica da Secretária de Estado de Saúde de Santa Catarina. **Dengue. Orientações técnicas para pessoal de campo.** 2007. Disponível em: [http://www.dive.sc.gov.br/conteudos/publicacoes/manuais\\_cartilhas/Manual\\_de\\_Campo\\_Dengue.pdf](http://www.dive.sc.gov.br/conteudos/publicacoes/manuais_cartilhas/Manual_de_Campo_Dengue.pdf). Acesso em 19 de novembro de 2018.

FERNANDES, DA; SOUZA, MSR; TELES, YCF; OLIVEIRA, LHG; LIMA, JB; CONCEIÇÃO, AS; NUNES, FC; SILVA, TMS; SOUZA, MFV. **New Sulphated Flavonoids and Larvicidal Activity of *Helicteres velutina* K. Schum (Sterculiaceae).** Molecules, 23, 2784, 2018.

FRANÇA, L.P. **Avaliação da atividade larvicida de extratos e óleo essencial de *Piper capitarium* Yunck, 1966 (Piperaceae) sobre *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762 e *Anopheles sp* (Culicidae) em laboratório.** Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Amazonas. Manaus-AM, 2015.

GOVINDARAJAN, MARIMUTHU; SIVAKUMAR, RAJAMOHAN. **Ovicidal, larvicidal and adulticidal properties of *Asparagus racemosus* (Willd.)(Family: Asparagaceae) root extracts against filariasis (*Culex quinquefasciatus*), dengue (*Aedes aegypti*) and malaria (*Anopheles stephensi*) vector mosquitoes (Diptera: Culicidae).** Parasitology research, v. 113, n. 4, p. 1435-1449, 2014.

HORTA, M.A.P.; CASTRO, F.I.; ROSA, C.S.; DANIEL, M.C.; MELO, A.L. **Resistance of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) to Temephos in Brazil: A Revision and New Data for Minas Gerais State.** BioAssay, v. 6, n.7, 2011.

IMAM, H.; ZARNIGAR, D.; SOFI, G.; AZIZ, S. **The basic rules and methods of mosquito rearing (*Aedes aegypti*).** Tropical Parasitology, v. 4, p. 53-55, 2014.

LUNA, J.D.; MARTINS, M.F.; ANJOS, A.F.; KUWABARA, E.F.; NAVARROSILVA, M.A. **Susceptibilidade de *Aedes aegypti* aos inseticidas temephos e cipermetrina.** Revista de saúde pública, v. 38, n. 6, p. 842-3, 2004.

MAOZ, D.; WARD, T.; SAMUEL, M.; MÜLLER, P.; RUNGE-RANZINGER, S.; TOLEDO, J.; BOYCE, R.; VELAYUDHAN, R.; HORSTICK, O. **Community effectiveness of pyriproxyfen as a dengue vector control method: A systematic review.** PLoS Negl Trop Dis. 17;11(7):e0005651. Jul 2017.

NUNES, F.C.; LEITE, J.A.; OLIVEIRA, L.H.G.; SOUSA, P.A.P.S.; MENEZES, M.C.; MORAES, J.P.S.; MASCARENHAS, S.R.; BRAGA, V.A. **The larvicidal activity of *Agave sisalana* against L4 larvae of *Aedes aegypti* is mediated by internal necrosis and inhibition of nitric oxide production.** Parasitol Res. v. 114, p. 543-549, 2015.

Oliveira, LHG; Sousa, PAPS; Hilario, FF; Nascimento, GJ; Morais, JPS; Medeiros, EP; Sousa, MF;

Nunes, FC. **Agave sisalana extract induces cell death in Aedes aegypti hemocytes increasing nitric oxide production.** Asian Pac J Trop Biomed, 6, 2016.

SALMERON, ELOISA. **Subsídios para o manejo da resistência de Blattella germanica (L., 1767) (Dictyoptera: Blattellidae) a inseticidas.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2002.

Silva, S.L.C; Gualberto, S.A.; Carvalho, K.S.; Fries, D.D. **Avaliação da atividade larvicida de extratos obtidos do caule de Croton linearifolius Mull. Arg. (Euphorbiaceae) sobre larvas de Aedes aegypti (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae).** Biotemas, Vol. 27, No. 2, pp. 79-85, 2014.

TERRA, M. G.; SILVA, R. S.; PEREIRA, M. G. N.; LIMA, A. F. **Aedes aegypti e as arbovíroses emergentes no Brasil.** Londrina, Vol.30,n.3, pp.52-60 Abril – Jun, 2017.

WHO - World Health Organization. **Instructions for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to insecticides.** Division of vector Biology and control. WHO/VBC/81.807, Geneva, pp 1-6, 1981.

WHO - World Health Organization. **Guidelines for Efficacy testing of Spatial repellents. Control of neglected tropical diseases.** Who pesticide evaluation scheme. WHO/CDS/CPC/ MAL/13.12., Geneva, 58 pp, 2013.

Zara, A.L.D.S.A; Santos, S.M.D; Fernandes-Oliveira, E.S; Carvalho, R.G; Coelho, G.E. **Estratégias de controle do Aedes aegypti: uma revisão.** Epidemiol Serv Saúde. 25(2): 391 – 404, 2016.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-216-6

