



# CIENCIAS BIOLÓGICAS: VIDA Y ORGANISMOS VIVOS

DANIELA REIS JOAQUIM DE FREITAS  
(ORGANIZADORA)

Atena  
Editora  
Ano 2022



# CIENCIAS BIOLÓGICAS: VIDA Y ORGANISMOS VIVOS

DANIELA REIS JOAQUIM DE FREITAS  
(ORGANIZADORA)

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
 Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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 Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe  
 Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
 Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
 Prof. Dr. Maurílio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> 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  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
 Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciencias biológicas: vida y organismos vivos

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaiddy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadora:** Daniela Reis Joaquim de Freitas

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b>	
C569	<p>Ciencias biológicas: vida y organismos vivos / Organizadora Daniela Reis Joaquim de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.</p> <p>Formato: PDF  Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  Modo de acesso: World Wide Web  Inclui bibliografia  ISBN 978-65-258-0838-3  DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.383220812">https://doi.org/10.22533/at.ed.383220812</a></p> <p>1. Ciencias biológicas. 2. Vida. 3. Organismos vivos. I. Freitas, Daniela Reis Joaquim de (Organizadora). II. Título.  CDD 570</p>
<b>Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166</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

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

Quando falamos de Natureza e suas interações com o ambiente físico, imediatamente nos remetemos à ampla área das Ciências Biológicas. Porém, as Ciências Biológicas é muito mais do que isto: é um maravilhoso campo de estudo no qual observamos os seres vivos e suas relações, além de ser uma área que pode interagir com diferentes áreas do conhecimento, como a indústria, a tecnologia farmacêutica, a pesquisa, a educação, a bioconservação, etc.

Nesta obra aqui apresentada, “Ciencias biológicas: Vida y organismos vivos”, temos em seus 10 capítulos - compostos por artigos científicos originais, frutos de pesquisas realizadas em universidades e importantes centros de pesquisa. Estes trabalhos aqui descritos abordam temas como: a educação em Ciências, formação de professores, e pesquisas como a realização de um inventário de anfíbios e répteis no México; pesca artesanal e ilegal na costa litorânea do Peru; a influência do grau de conservação na distribuição de anfíbios em riachos em um parque natural municipal no sul do Brasil; artigos de produção agroflorestal, e de controle de doenças em plantas, e controle da eclosão de larvas de *Aedes aegypti* utilizando ácido kójico.

Esta diversidade de temas traz um olhar diferenciado ao leitor, pois envolve diferentes profissionais, com as formações mais variadas possíveis, e agrega conhecimento atual e aplicado.

Acreditamos que esta obra será muito importante para sua formação e lhe trará um olhar diferenciado sobre este fabuloso campo de estudo. A Atena Editora, prezando pela qualidade, conta com um corpo editorial formado por mestres e doutores formados nas melhores universidades do Brasil para revisar suas obras. Esperamos que você goste de nossa obra. Boa leitura!

Daniela Reis Joaquim de Freitas

**CAPÍTULO 1 ..... 1**

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DO ÁCIDO KÓJICO/ ARBUTINA NO DESENVOLVIMENTO DO *Aedes aegypti*

Hyago Luiz Rique  
 Cristian Ferreira dos Santos  
 Louise Helena Guimarães de Oliveira  
 Fabiola da Cruz Nunes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3832208121>

**CAPÍTULO 2 ..... 10**

CONTROL DE LA TRISTEZA DEL AGUACATE (*Persea americana* Mill.) MEDIANTE K-L FOSFITO EN EL HUERTO “LOS COYOTES”, ZIRIMBO MUNICIPIO DE TANCITARO MICHOACÁN

José Luciano Morales García  
 Maximino Ramírez Avalos  
 Edna Esquivel Miguel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3832208122>

**CAPÍTULO 3 ..... 17**

IDENTIFICACIÓN Y CONTROL QUÍMICO *in vitro* DEL AGENTE CAUSAL DE LA MANCHA PÚRPURA DEL FRUTO DE AGUACATE, AISLADO DE DIFERENTES ZONAS AGROECOLÓGICAS DEL ESTADO DE MICHOACÁN

José Luciano Morales García  
 Raúl García Herrera  
 Edna Esquivel Miguel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3832208123>

**CAPÍTULO 4 ..... 27**

ESTRUTURA E DIVERSIDADE DE PLANTAS DANINHAS EM UMA UNIDADE DE PRODUÇÃO AGROFLORESTAL NO MUNICÍPIO DE PARAUAPEBAS, SUDESTE DO ESTADO DO PARÁ

Francisco Raylan Sousa Barbosa  
 Josiane Pereira da Silva  
 Alex Josélio Pires Coelho  
 Nayara Mesquita Mota  
 Fernando da Costa Brito Lacerda

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3832208124>

**CAPÍTULO 5 ..... 45**

INFLUÊNCIA DO GRAU DE CONSERVAÇÃO NA DISTRIBUIÇÃO DE ANFÍBIOS EM RIACHOS NO PARQUE NATURAL MUNICIPAL DE SERTÃO, SUL DO BRASIL

Caio Eduardo Messoro Bagnolo  
 Marília Teresinha Hartmann  
 Paulo Afonso Hartmann

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3832208125>

<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>65</b>
INVENTARIO MEXICANO DE ANFIBIOS Y REPTILES, SU RIQUEZA MUNDIAL	
Carlos Jesús Balderas-Valdivia	
Adriana González-Hernández	
Adrian Leyte-Manrique	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.3832208126">https://doi.org/10.22533/at.ed.3832208126</a>	
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>125</b>
PESCA ILEGAL Y LA SOBREPESCA ARTESANAL EN LA REDUCCIÓN DE VOLUMEN DE PESCA EN EL LITORAL DE ILO	
Walter Merma Cruz	
Noe Moisés Viza Chura	
Lucy Goretti Huallpa Quispe	
Patricia Matilde Huallpa Quispe	
Brígida Dionicia Huallpa Quispe	
Ronald Ernesto Callacondo Frisancho	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.3832208127">https://doi.org/10.22533/at.ed.3832208127</a>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>139</b>
JARDIM SENSORIAL UMA POSSIBILIDADE NA EDUCAÇÃO INCLUSIVA: CONCEITOS APLICADOS NO ENSINO BOTÂNICA E ECOLOGIA	
Ozielma Neponucena dos Reis	
Roberto Abraão Fonseca dos Santos	
Natanael Charles da Silva	
Jeferson Miranda Costa	
Dyana Joy dos Santos Fonseca	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.3832208128">https://doi.org/10.22533/at.ed.3832208128</a>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>163</b>
EDUCAÇÃO AMBIENTAL E FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE: PRÁTICA E DESAFIOS NO CURRÍCULO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS LICENCIATURA	
Camilla Natália Oliveira Santos	
Lucas Sousa Magalhães	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.3832208129">https://doi.org/10.22533/at.ed.3832208129</a>	
<b>CAPÍTULO 10.....</b>	<b>176</b>
UNA ACTUALIZACIÓN EN LA DISTRIBUCIÓN DEL MEXCLAPIQUE DE ZEMPOALA <i>GIRARDINICHTHYS MULTIRADIATUS</i>	
Asela del Carmen Rodríguez-Varela	
Sergio Cházaro-Olvera	
Horacio Vázquez-López	
Rafael Chávez-López	
Ángel Morán-Silva	
Adolfo Cruz-Gómez	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.38322081210">https://doi.org/10.22533/at.ed.38322081210</a>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA .....</b>	<b>185</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>186</b>

# CAPÍTULO 1

## AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DO ÁCIDO KÓJICO/ ARBUTINA NO DESENVOLVIMENTO DO *Aedes aegypti*

Data de submissão: 08/10/2022

Data de aceite: 01/12/2022

### **Hyago Luiz Rique**

Graduando do curso de Biotecnologia da  
Universidade Federal da Paraíba  
<https://orcid.org/0000-0001-5874-8626>

### **Cristian Ferreira dos Santos**

Graduando do curso de Biotecnologia da  
Universidade Federal da Paraíba  
<http://lattes.cnpq.br/5193317697451317>

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

Mestranda no Programa de pós-  
graduação em Biotecnologia da  
Universidade Federal da Paraíba  
<https://orcid.org/0000-0002-1014-2411>

### **Fabiola da Cruz Nunes**

Laboratório de Biotecnologia Aplicada  
a Parasitas e Vetores, Centro de  
Biotecnologia, Universidade Federal da  
Paraíba  
<https://orcid.org/0000-0002-0837-810X>

métodos de controle podem se aplicar em qualquer fase de vida do mosquito, desde o desenvolvimento embrionário até a fase alada, Nos primeiros estágios embrionários, ocorre o processo de melanização, responsável pelo escurecimento do ovo, processo este catalisado pela tirosinase. Diante disso, este projeto objetiva investigar os impactos de um inibidor de síntese de tirosinase (Ácido Kójico) na eclodibilidade de ovos de *Ae. aegypti* e observar o desenvolvimento dos ovos expostos à substância teste até a fase de pupa. Como resultado, foi visto que nas concentrações testadas (1-100 ppm), a substância teste não apresenta atividade ovicida contra o *Ae. aegypti*. Entretanto, a concentração de 100ppm foi capaz de promover um atraso no desenvolvimento e no tamanho das larvas em relação ao grupo controle. Larvas tratadas entraram na fase de pupa no nono dia, enquanto as do controle no quinto dia. Acredita-se que a concentração testada foi capaz de influenciar no ciclo de vida do vetor, porém novos estudos são necessários para saber se a substância teste é promissora como ferramenta para o controle do *Ae. aegypti*.

**RESUMO:** O mosquito *Aedes aegypti* destaca-se como vetor de arbovírus de relevante importância na saúde pública, tais como dengue, febre amarela, Zika e chikungunya. O controle vetorial é essencial para a interrupção do ciclo de vida do vetor e a transmissão de doenças. Dessa forma, os

## 1 | INTRODUÇÃO

O *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) é o principal vetor de diversas doenças de importância em saúde pública, tais como febre amarela urbana, chikungunya, Zika e dengue, sendo esta última considerada como a arbovirose mais comum no mundo (COSTA e FAÇANHA, 2011). Estas doenças são transmitidas através da picada da fêmea do mosquito, que pode se alimentar várias vezes em um ciclo gonotrófico, que é o período que vai de uma oviposição a outra (FARJANA e TUNO, 2013). Todavia, há outro meio de transmissão, chamado de vertical ou transovariana, que ocorre quando parte da prole de uma fêmea infectada nasce com o vírus, devido à invasão deste em todas as partes do corpo do mosquito (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994). Mais de 100 países são considerados endêmicos para dengue, tendo 2.5 bilhões de habitantes afetados nas regiões tropical e subtropical, bem como 120 milhões de viajantes a cada ano (BACK e LUNDKYIST, 2013). No Brasil, segundo o Ministério da Saúde, em 2020, até o mês de setembro, foram notificados 928.282 casos prováveis de dengue. É importante ressaltar que a pandemia do SARS-CoV2, o novo coronavírus, atingiu o Brasil nesse mesmo ano. Paralelamente a pandemia do covid19, a curva epidêmica de dengue no Brasil apresentou picos ainda maiores que em 2019, no período compreendido entre a semana epidemiológica 1 e 11 (BRASIL, 2020).

O controle das principais arboviroses transmitidas pelo *Ae. aegypti* ainda se baseia no controle dos mosquitos vetores. Dessa forma, a busca e o aprimoramento dos métodos para o controle do vetor se fazem necessárias para que haja uma redução da propagação do vírus na população (BACK & LUNDKYIST, 2013). O controle do vetor é complexo, tendo como componentes do manejo integrado a vigilância entomológica, o manejo ambiental, o controle biológico, o controle químico com uso de inseticidas e repelentes, armadilhas e manejo da resistência a inseticidas (BACK & LUNDKYIST, 2013).

Os métodos de controle do *Ae. aegypti* podem atuar em qualquer fase de vida do inseto, desde o desenvolvimento embrionário até a sua forma alada. No processo de oviposição da fêmea, por exemplo, os ovos no primeiro estágio da embriogênese são de cor clara e permitem a passagem livre de água pela casca do ovo. Nesta fase o endocório está fragilizado. No decorrer deste estágio, ocorre o processo de melanização, havendo a mudança da pigmentação marrom do ovo para preto, o que dá ao embrião a resistência à dessecação e, conseqüentemente, uma maior viabilidade da eclosão dos ovos após longos períodos em ambientes secos (PROTA, 1992). A resistência do *Ae. aegypti*, quando comparado com outras espécies de mosquitos, se deve em parte a grande quantidade de melanina presente na casca do ovo. Quanto mais escuro o ovo, maior é a quantidade de melanina e maior sua resistência frente à dessecação (FARNESI, VARGAS, et al., 2017). A melanina responsável por essa resistência é a mesma presente no ser humano, sendo a tirosinase a responsável por catalisar a ortohidroxilação do substrato, a tirosina (que se

trata de um monofenol), a 3,4 - hidrofenilalanina ou L-DOPA (que se trata de um orto-difenol) e numa fase posterior catalisa ainda a oxidação da L-DOPA a dopaquinona (que se trata de uma orto-quinona), que sofre depois uma série de reações enzimáticas e outras não - enzimáticas que culminam com a formação da melanina (ZAIDI, ALI e ALI, 2014). Sendo assim, acreditamos que a tirosinase pode ser um alvo efetivo para o desenvolvimento de ferramentas biotecnológicas de controle do *Ae. aegypti*, uma vez que está diretamente relacionada com o processo de melanização.

Nesse sentido, o ácido Kójico (5-Hydroxy-2-hydroxymethyl-4H-4-pyranone), é uma substância química derivada de metabólitos fúngicos de ocorrência natural produzidos por espécies de *Aspergillus* e *Penicillium*, sendo largamente utilizado em formulações farmacêuticas e cosméticas, como um agente de clareamento da pele em vários tipos de hiperpigmentações cutâneas com base na sua atividade despigmentante (CHOI et al., 2012, OLIVEIRA et al, 2013). O ácido kójico possui propriedades inibitórias na síntese da tirosinase através da quelação do íon de cobre, impedindo a melanização, o que teoricamente poderia diminuir a resistência dos ovos do *Ae. aegypti* em ambientes secos (LOPES, 2015). Dessa forma, o objetivo deste trabalho é investigar os efeitos do ácido kójico na eclodibilidade de ovos de *Ae. aegypti* expostos à substância teste em diferentes fases da embriogênese, bem como observar o seu desenvolvimento até a pupação.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Substância-teste

O ácido Kójico (5-Hydroxy-2-hydroxymethyl-4H-4-pyranone) foi obtido da Sigma Aldrich® e testado em diferentes concentrações (1 e 100 ppm).

### 2.2 Bioensaios

#### Obtenção e manutenção do *Ae. aegypti*

Foram utilizados mosquitos *Ae. aegypti* da cepa Rockefeller João Pessoa, obtidos da colônia mantida no Laboratório de Biotecnologia Aplicada a Parasitas e Vetores do CBiotec-UFPA. O ciclo de vida do *Ae. aegypti* foi 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. Para a obtenção dos ovos de *Ae. aegypti* foram utilizadas fêmeas, com idade de 3-7 dias, privadas de alimentação por 24 horas e postas para o repasto sanguíneo em micro insetários em uma estufa incubadora BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio), com temperatura de  $27 \pm 2^\circ\text{C}$  e com fotoperíodo de 12 horas de claro/ 12 horas de escuro. Para a indução da postura dos ovos, as fêmeas do *Ae. aegypti* foram anestesiadas pelo frio por 2 minutos, 3 à 4 dias após a alimentação com sangue (Valencia et al., 1996).

### 2.3 Eclodibilidade dos ovos expostos ao ácido Kójico antes do desenvolvimento da cutícula serosa

Grupos com 10 fêmeas de *Ae. aegypti*, com idade de 3-7 dias, privadas de alimentação por 24 horas e, posteriormente alimentadas com um alimentador artificial (NUNES, et al., 2019) foram anestesiadas pelo frio e rapidamente transferidas para placas de petri revestidas com papel filtro tratado com o ácido kójico nas concentrações de 1-100 ppm. Após o retorno da atividade da fêmea, o papel filtro foi embebido por água e a placa selada com Parafilm a fim de evitar a evaporação da água, possibilitando, conseqüentemente, a estimulação da oviposição sincronizada (Figura 1). Após 3 horas, tempo necessário para o escurecimento dos ovos, estes foram coletados e levados a um microscópio estereoscópio no intuito de analisar o escurecimento do ovo e a melanização. Posteriormente, os ovos foram mantidos até o fim da embriogênese para verificação da eclodibilidade (Farnesi et al., 2017, Valencia et al, 1996). Todos os ensaios foram realizados em triplicata e para o controle o papel filtro foi exposto apenas a água desclorada.

### 2.4 Efeito do ácido kójico no desenvolvimento das fases aquáticas de *Ae. aegypti* expostos ao ácido kójico após a embriogênese

Grupos de 35 ovos de mosquitos *Ae. aegypti* foram colocados em tubos de ensaios contendo uma solução de ácido kójico na concentração de 100 ppm para a posterior observação do desenvolvimento até a fase de pupa. Nos grupos controle, os insetos foram expostos apenas à água desclorada. Os ensaios foram feitos em duplicata.

## 3 | ANÁLISE ESTATÍSTICA

Statistical analysis was performed using GraphPad Prism software for Windows version 5.0 (GraphPad Software, San Diego, CA). Significant differences among groups were analyzed by ANOVA followed by the Tukey posttest when appropriate ( $P < 0.05$ ).

## 4 | RESULTADOS

Para analisar os efeitos do ácido kójico em ovos com a cutícula serosa em desenvolvimento, estes foram expostos a diferentes concentrações de uma solução de ácido kójico (1-100 ppm) por diferentes intervalos de tempo. Posteriormente, esses ovos foram observados quanto a possíveis alterações morfológicas e quanto à sua eclodibilidade. Os resultados obtidos mostraram que os ovos expostos ao ácido kójico não apresentaram alterações morfológicas e de coloração visíveis (**Figura 2**).



Figura 2- Ovos de *Ae. aegypti* expostos ao ácido kójico sem alterações morfológicas e de coloração visíveis

Em relação a taxa de eclodibilidade, observou-se que os ovos expostos a solução de ácido kójico por 2, 5 e 10 horas apresentaram uma taxa de eclodibilidade de 86.6 %, 86.6 % e 90 %, respectivamente, enquanto no controle foi de 95% (**Figura 3**). Não houve diferença estatística significativa entre os grupos teste e grupos controle (Tabela 1).

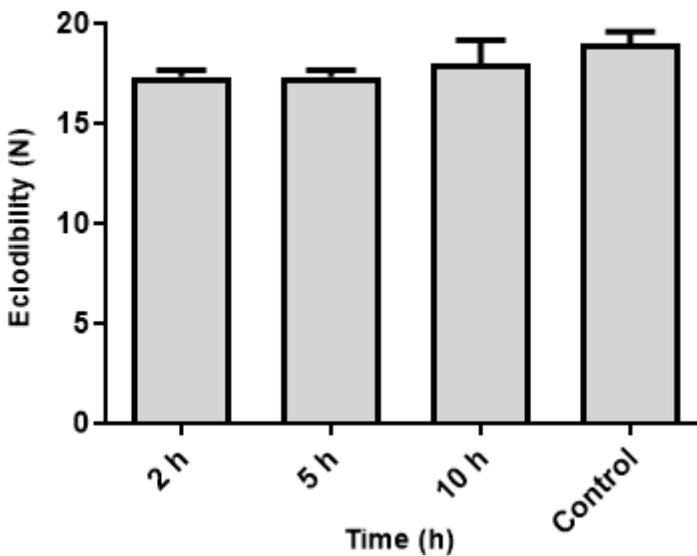


Figura 3- Eclodibilidade Atividade ovicida do ácido kójico

Tempo(H)	Mean ( $\pm$ SD)
2	17,33 $\pm$ 0,57
5	17,33 $\pm$ 0,57
10	18,00 $\pm$ 2,00
Controle	19,00 $\pm$ 1,00

Tabela 1- Média e desvio padrão da eclodibilidade dos grupos testados

Para avaliar os efeitos do ácido kójico no desenvolvimento dos mosquitos, ovos foram expostos à substância-teste e observados até a fase de pupa. Como resultados observou-se um atraso no desenvolvimento e no tamanho das larvas expostas ao ácido kójico (Figura 4). As larvas do grupo controle entraram na fase de pupa no quinto dia do ensaio, enquanto nos grupos-teste o início da pupação se deu a partir do nono dia.

## 5 | DISCUSSÃO

O controle do mosquito *Ae. aegypti* é uma tarefa complexa, dada as peculiaridades dos seus diferentes estágios de desenvolvimento e das diferentes opções de controle disponíveis (OPAS, 2019). A principal forma de controle dos mosquitos ainda se dá por meio da aplicação de inseticidas químicos, no entanto, estudos revelam que há o surgimento de resistência das larvas e mosquitos para os diversos produtos utilizados para combatê-los (BRAGA; VALLE, 2007, ACHEE et al., 2019)). Nesse sentido, muitas pesquisas têm sido realizadas em busca de novas substâncias com atividade inseticida, que podem ser utilizadas como alternativa no combate a propagação contínua do vetor *Ae. aegypti*. O presente estudo investigou os efeitos do ácido kójico (*5-Hydroxy-2-hydroxymethyl-4H-4-pyranone*) no desenvolvimento das formas imaturas do mosquito *Ae. aegypti*. Sabe-se que o ácido kójico possui propriedades inibitórias da síntese da tirosinase, através da quelação do íon de cobre, impedindo a melanização, o que supostamente poderia diminuir a resistência dos ovos do *Ae. aegypti* em ambientes secos (LOPES, 2015). Os resultados apresentados neste estudo mostram que os ovos de *Ae. aegypti* expostos ao ácido kójico na concentração de 100 ppm, não tiveram alterações visíveis em sua morfologia, coloração, tampouco em sua eclodibilidade.

Substâncias ovicidas são caracterizadas por diminuírem a eclodibilidade dos ovos, atuando no córion do ovo e interrompendo o desenvolvimento do embrião e a eclosão do inseto (MARICONI, 1980). Alves et al. (2019) relataram em seu estudo que lectinas de *Myracrodruon urundeuva* são agentes ovicidas em *Ae. aegypti* capazes de causar forte deformação e degeneração da superfície dos ovos, além de penetrarem no ovo, atingindo o trato digestivo do embrião causando danos e impedindo o seu desenvolvimento. Outros estudos como o de Govindarajan et al. (2011), com extratos botânicos e o de Sarma et al. (2019) com óleo essencial de *Citrus aurantifolia* também apontam atividade ovicida, o

que não ficou demonstrado em nosso estudo na concentração utilizada. Apesar disso, ao observarmos o desenvolvimento das larvas que eclodiram de ovos expostos ao Ácido kójico, pudemos perceber um atraso no desenvolvimento dos insetos, resultando numa pupação tardia em relação ao grupo controle. Siddhardha et al. (2010) avaliando a toxicidade do ácido kójico em larvas (L3) de *Ae. aegypti* relatou atividade larvicida com a concentração subletal (CL50) de 204.51 ppm, concentração que foi mais que o dobro da utilizada em nosso estudo. Dessa forma, é possível que a substância teste apresente outros efeitos deletérios para o mosquito em concentrações mais elevadas.

## 6 | CONCLUSÃO

Os resultados apresentados em nosso estudo mostram que o ácido kójico em concentrações inferiores a 100 ppm, conforme preconizado pela OMS para estudos de atividade inseticida, não apresenta atividade ovicida contra o mosquito *Ae. aegypti*. No entanto, observou-se que essa concentração foi capaz de causar um atraso no desenvolvimento das larvas em relação ao grupo controle. Dessa forma, outros estudos são necessários para investigar os efeitos do ácido kójico em concentrações mais elevadas e na fase de vida alada do mosquito.

Com isso, podemos notar que houve ação do Ácido Kójico durante o período de observação no ciclo de vida do *Ae. aegypti*, no que diz respeito ao desenvolvimento das larvas eclodidas a partir desses ovos, e interferindo no desenvolvimento das pupas geradas, atrasando o ciclo de vida e aumentando as chances de realização de controle desse vetor. Acredita-se que a concentração usada tenha sido suficiente para interferir na geração de mosquitos adultos, mas estudos mais aprofundados e com outras concentrações fazem-se necessários para a observação de uma maior viabilidade do uso dessa substância como combatente do *Ae. aegypti*, necessitando de uma continuidade dos testes e, possivelmente uma resposta favorável ao uso do Ácido Kójico.

## REFERÊNCIAS

ACHEE, N. L. *et al.* **Alternative Strategies for Mosquito-Borne Arbovirus Control.** PLOS Neglected Tropical Diseases, v. 13, n. 1, jan 2019.

ALVES, R. R. *et al.* **Ovicidal lectins from Moringa oleifera and Myracrodruon urundeuva cause alterations in chorionic surface and penetrate the embryos of Aedes aegypti eggs.** Pest Manag Sci, v. 76, n. 2, p. 730-736, 2019.

BENTLEY, R. **From miso, saké and shoyu to cosmetics: a century of science for kojic acid.** Nat. Prod.Rep., p.1046-1062, 2006.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. **Aedes aegypti: inseticidas, mecanismos de ação e resistência\***. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília,16(4):, v. 16, n. 4, p. 279-293, Outubro-Dezembro 2007.

BROGDON, W.; MCALLISTER, J. **Insecticide resistance and vector control**. Emerging Infectious Diseases, v. 4, n. 4, p. 605-613., 1998.

CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. D. **Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1994. 228 p. ISBN 978-857541-290-9.

FARNESI, L. C. *et al.* **Darker eggs of mosquitoes resist more to dry**. PLOS Neglected Tropical Diseases, v. 11, n. 10, October 2017.

GOVINDARAJAN, M. *et al.* Ovicidal and repellent activities of botanical extracts against *Culex quinquefasciatus*, *Aedes aegypti* and *Anopheles stephensi* (**Diptera: Culicidae**). Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, v. 1, n. 1, p. 43-48, feb 2011.

INSTITUTO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). Rio de Janeiro, 2016. **Conheça o comportamento do mosquito *Aedes aegypti* e entenda a razão que leva este pequeno inseto a ser taxado desta forma**. <<http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/opportunista.html>>.

KNIGHT, K. L.; STONE, A. **A catalog of the mosquitoes in the world**. 2<sup>a</sup>. ed. [S.I.]: Entomological Society of America, 1977.

LOPES, A. A. S. **INIBIDORES DE TIROSINASE E NOVAS TÉCNICAS LABORATORIAIS DE SEPARAÇÃO DE PRODUTOS NATURAIS BIOATIVOS**. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Lisboa, p. 45. 2015.

LUCENA, I. V. *et al.* **Atividade adulticida do veneno de *Rhinella marina* (Anura:Bufonidae) sobre *Anopheles darlingi* (Diptera:Culicidae)**. Revista Fiocruz Rondônia, Rondônia, v. 1, p. 1, 2011.

MARICONI, F. A. M. **Inseticidas e seu emprego no combate as pragas**. 4. ed. São Paulo : Nobel , v. 1, 1980.

MCMENIMAN, C. J. *et al.* **Stable introduction of a life-shortening *Wolbachia* infection into the mosquito *Aedes aegypti***. Science, v. 323, n. 5910, p. 141-144, Jan 2009.

NOH, Jin-Mi *et al.* **Kojic acid–amino acid conjugates as tyrosinase inhibitors**. Bioorganic & medicinal chemistry letters, v. 19, n. 19, p. 5586-5589, 2009.

NUNES, F. D. C. *et al.* **TÉCNICAS DE CRIAÇÃO E MANUTENÇÃO DE INSETÁRIOS DE MOSQUITOS *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Diptera: **CULICIDAE**)**. In: Ciências Biológicas: Campo Promissor em Pesquisa. 1. ed. [S.I.]: Atena Editora, v. 1, 2019. Cap. 21, p. 215-224.

OPAS. **Avaliação das estratégias inovadoras para o controle de *Aedes aegypti*: desafios para a introdução**. Organização Pan-Americana da Saúde. Washington, D.C., p. 72. 2019. (978-92-75-72096-7).

PHILLIPS, Dennis R.; CLARK, Kevin D. ***Bombyx mori* and *Aedes aegypti* form multi-functional immune complexes that integrate pattern recognition, melanization, coagulants, and hemocyte recruitment**. PLoS one, v. 12, n. 2, p. e0171447, 2017.

REZENDE, G. L. *et al.* **Embryonic desiccation resistance in *Aedes aegypti*: presumptive role of the chitinized Serosal Cuticle**. BMC Developmental Biology, v. 8, n. 82, September 2008.

SARMA, R. *et al.* **Insecticidal activities of Citrus aurantifolia essential oil against Aedes aegypti (Diptera: Culicidae).** Toxicology Reports, v. 6, n. 1, p. 1091-1096, 2019.

SIDDHARDHA, B. *et al.* **Isolation, Characterization and Biological evaluation of secondary metabolite from Aspergillus funiculosus.** Indian J Microbiol, v. 50, n. 2, p. 225-228, jun 2010.

SILVEIRA, R. X. *et al.* **Influência do resíduo líquido do sisal (Agave sisalana, Perrine) sobre a alimentação larvar e motilidade de adultos, in vitro, de nematóides gastrintestinais de pequenos ruminantes.** Embrapa Pecuária Sudeste (CPPSE). [S.l.], p. 162 - 168. 2012.

YEAP, H. *et al.* **Dynamics of the “Popcorn” Wolbachia Infection in Outbred Aedes aegypti Informs Prospects for Mosquito Vector Control.** Genetics, v. 187, n. 2, p. 583-95, Feb 2011.

**A**

- Aedes aegypti* 1, 2, 7, 8, 9  
Amazônia oriental 28  
Antracnosis 18, 23, 25  
Anuros 46, 51, 52, 53, 54, 56  
Aprendizado 139

**B**

- Biodiversidad 65, 66, 67, 69, 70, 71, 127, 130, 132

**C**

- Colletotrichum sp.* 17, 18, 19, 21, 22, 23, 25  
Conservação 45, 46, 48, 51, 53, 55, 56, 57, 63, 143, 162, 171

**D**

- Distribución 66, 67, 68, 71, 124, 176, 178, 180, 181, 182, 183, 184

**E**

- Eclodibilidade 1, 3, 4, 5, 6  
Educação ambiental 140, 158, 162, 163, 164, 165, 166, 169, 170, 174  
Educação inclusiva 139  
Ensino de Ciências 139  
Estado de México 25, 176, 178, 179

**F**

- Fitossociologia 28, 30, 40, 42, 43, 44  
Formação de professores 164, 171, 173, 174

**G**

- Girardinichthys multiradiatus* 176, 177, 181, 183  
Godeidos 176, 177

**H**

- Herpetofauna 61, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 124

**I**

- Índice de valor de importância (IVI) 28, 37

**J**

- Jardim sensorial 139, 140, 141, 158, 159, 161, 162

**K**

K-L fosfite 10, 12, 13, 14

**L**

Lagartijas 65, 66, 67, 68, 91

**M**

Mancha púrpura 17, 18, 19, 25

Mata Atlântica 45, 46, 47, 48, 58

Medidas de control en la pesca ilegal 126

Mexclapique 176, 177, 178, 179, 180, 181, 183

México 11, 12, 25, 26, 38, 41, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 124, 127, 128

Mosquito 1, 2, 6, 7, 8, 9

**P**

*Persea americana* Mill. 10, 11

Pesca artesanal 125, 126, 128, 129, 130, 131, 134, 135, 136, 137

Pesca ilegal 125, 126, 127, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 136, 137

*Phytophthora cinnamomi* 10, 11, 14, 16

Plantas daninhas 27, 28, 29, 30, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Prática curricular 163, 164, 173

Produção agroflorestal 27

**S**

Serpientes 65, 66, 67, 68, 70, 71

**T**

Tirosinase 1, 2, 3, 6, 8

**U**

Unidade de conservação 46, 48, 55



# CIENCIAS BIOLÓGICAS: VIDA Y ORGANISMOS VIVOS

 [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)



# CIENCIAS BIOLÓGICAS:

## VIDA Y ORGANISMOS VIVOS



[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)