

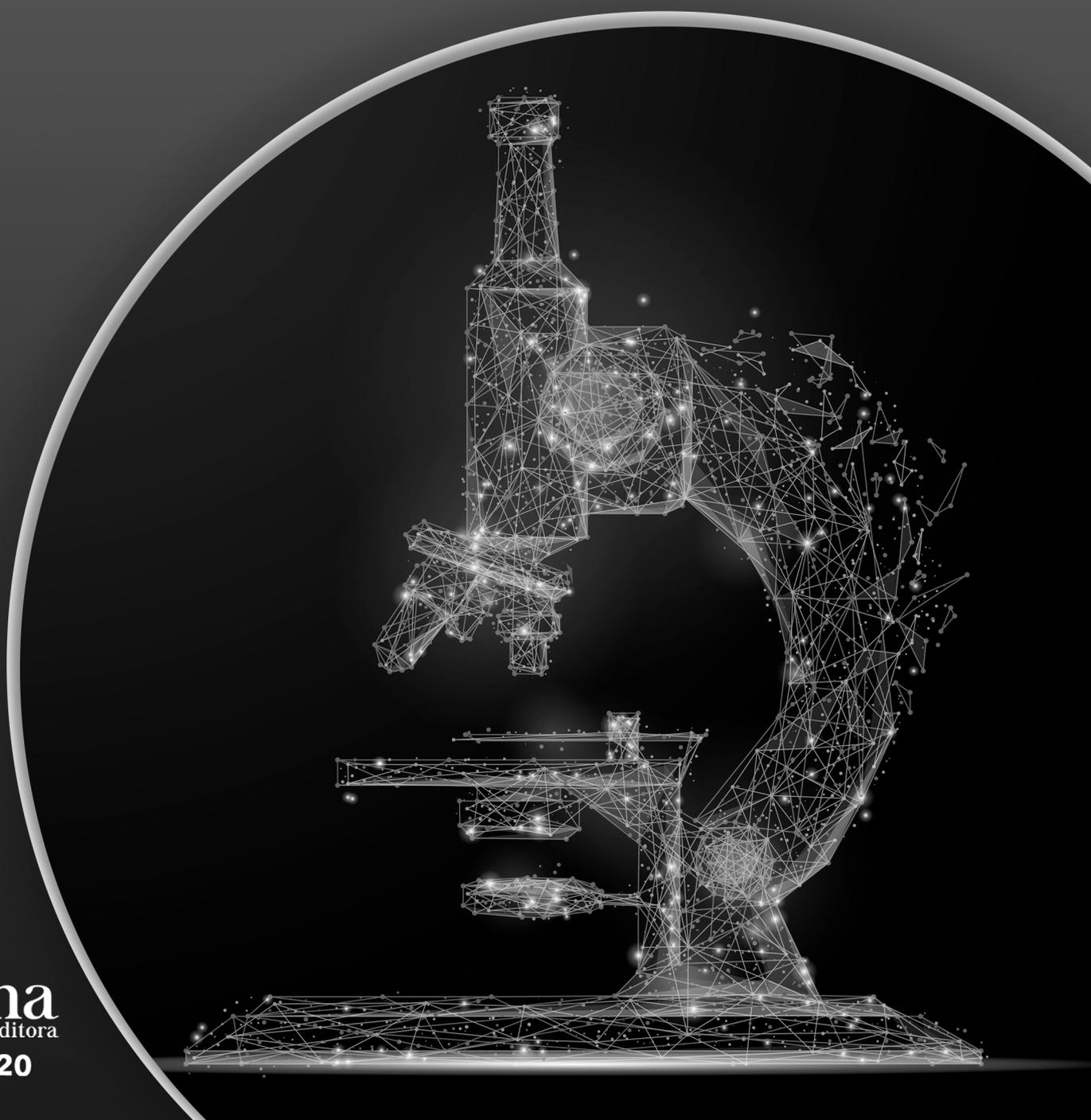
Edson da Silva
(Organizador)

Consolidação do Potencial Científico e Tecnológico das Ciências Biológicas



Edson da Silva
(Organizador)

Consolidação do Potencial Científico e Tecnológico das Ciências Biológicas



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 de Mato Grosso

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. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
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 Internazionale 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
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^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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
Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^a Dr^a 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 de Mato Grosso
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 – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
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 Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
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. Eivaldo 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. Lilian 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. Me. 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
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
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

Consolidação do potencial científico e tecnológico das ciências biológicas

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

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

C755 Consolidação do potencial científico e tecnológico das ciências biológicas [recurso eletrônico] / Organizador Edson da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-247-0

DOI 10.22533/at.ed.470200308

1. Ciências biológicas – Pesquisa – Brasil. I. Silva, Edson da.
CDD 570

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O e-book “Consolidação do Potencial Científico e Tecnológico das Ciências Biológicas” é uma obra composta por estudos de diferentes áreas das ciências biológicas. A obra foi organizada em 24 capítulos e aborda preciosos trabalhos de pesquisa e de atuação profissional revelando avanços e atualidades neste campo do conhecimento científico.

As ciências biológicas englobam áreas do conhecimento relacionadas às ciências da vida e incluem a biologia, a saúde humana e a saúde animal. As instituições brasileiras de ensino e de pesquisa destacam-se cada vez mais por seu potencial científico e tecnológico com sua participação ativa nos avanços da ciência. Nesta obra, apresento textos completos sobre estudos desenvolvidos, especialmente, durante a formação acadêmica de diferentes regiões brasileiras. Os autores são filiados aos cursos de graduação, de pós-graduação ou a instituições com contribuições relevantes para o avanço das ciências biológicas e de suas áreas afins.

Espero que as experiências compartilhadas nesta obra contribuam para o enriquecimento da formação universitária e da atuação profissional com olhares multidisciplinares para as ciências biológicas e suas áreas afins. Agradeço aos autores que tornaram essa edição possível e desejo uma ótima leitura a todos.

Edson da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE BACTERIANA DA ARNICA MONTANA E LYCHNOFORA ERICOIDES	
Cristiane Coimbra de Paula Angelita Effting Valcanaia Gabriela Bruehmueller Borges Ávila Fabrício Caram Vieira Caroline Aquino Vieira de Lamare Walkiria Shimoya-Bittencourt	
DOI 10.22533/at.ed.4702003081	
CAPÍTULO 2	8
CANDIDA AURIS: O NOVO INIMIGO DOS ANTIFÚNGICOS	
Priscila Paiva Nagatomo Dyana Alves Henriques	
DOI 10.22533/at.ed.4702003082	
CAPÍTULO 3	19
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE LARVAS DÍPTERAS NECROFÁGICAS COLETADAS DE CARÇAÇAS <i>Sus scrofa</i> (SUIDAE), EM CAMPO GRANDE – MS	
Geiza Thaiz Dominguez Monje Carina Elisei de Oliveira Jaire Marinho Torres Beatriz Rosa de Oliveira Daniela Lopes da Cunha Rafael Rodrigues de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.4702003083	
CAPÍTULO 4	30
GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF GALL-INDUCING INSECTS ASSOCIATED WITH <i>COUEPIA OVALIFOLIA</i> (CHRYSOBALANACEAE), AN ENDEMIC PLANT TO BRAZIL	
Valéria Cid Maia	
DOI 10.22533/at.ed.4702003084	
CAPÍTULO 5	35
REPRESENTATIVIDADE DE ALYCAULINI (CECIDOMYIIDAE, DIPTERA) DA MATA ATLÂNTICA NA COLEÇÃO DE CECIDOMYIIDAE DO MUSEU NACIONAL (MNRJ)	
Alene Ramos Rodrigues Valéria Cid Maia	
DOI 10.22533/at.ed.4702003085	
CAPÍTULO 6	45
USO DE BARCODING DNA PARA IDENTIFICAÇÃO DE ESTÁGIOS IMATUROS DE DÍPTEROS DE IMPORTÂNCIA FORENSE	
Beatriz Rosa de Oliveira Carina Elisei de Oliveira Geiza Thaiz Dominguez Monje Daniela Lopes da Cunha Rafael Rodrigues de Oliveira Keren Rappuk Martins Shirano	
DOI 10.22533/at.ed.4702003086	

CAPÍTULO 7 54

LEVEDURAS DO TRATO DIGESTÓRIO DE *Anopheles darlingi* COMO ALTERNATIVA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PARATRANSGÊNESE PARA O CONTROLE DA MALÁRIA

Andrelisse Arruda
Antonio dos Santos Júnior
Gabriel Eduardo Melim Ferreira
Juliana Conceição Sobrinho
Luiz Shozo Ozaki
Alexandre Almeida e Silva

DOI 10.22533/at.ed.4702003087

CAPÍTULO 8 66

INTERAÇÕES ENTRE MARSUPIAIS E *Hovenia dulcis* Thunb. (RHAMNACEAE) EM DUAS ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL

Fernanda Souza Silva
Patrícia Carla Bach
Marcelo Millan Rollsing
Cristiano Leite Stahler
Thaís Brauner do Rosário
Gilson Schlindwein
Cristina Vargas Cademartori

DOI 10.22533/at.ed.4702003088

CAPÍTULO 9 80

MONITORAMENTO DAS PASSAGENS INFERIORES DE FAUNA PRESENTES NA ALÇA RODOVIÁRIA NORTE, ITABIRITO-MG

Elaine Ferreira Barbosa
Douglas Henrique da Silva
Bernardo de Faria Leopoldo
Laís Ferreira Jales
Daniel Milagre Hazan
Raphael Costa Leite de Lima
Ana Elisa Brina

DOI 10.22533/at.ed.4702003089

CAPÍTULO 10 96

ETOGRAMA DE *Betta splendens* EM CATIVEIRO

Maria Eduarda Telles Cardoso
Mônica Cyntia Ferreira Santos
Carlos Eduardo Signorini

DOI 10.22533/at.ed.47020030810

CAPÍTULO 11 103

DO CARISMA AO AGOURO: ETNOECOLOGIA DE AVES EM UMA COMUNIDADE RURAL DA CAATINGA

Viturino Willians Bezerra
Mychelle de Sousa Fernandes
Ana Carolina Sabino de Oliveira
Bruna Letícia Pereira Braga
Mikael Alves de Castro
Carla Nathália da Silva
Jefferson Thiago Souza

DOI 10.22533/at.ed.47020030811

CAPÍTULO 12 115

AVIFAUNA DE UMA ÁREA DO CERRADO CENTRAL GOIANO: COMPARAÇÃO ENTRE FRAGMENTOS FLORESTAIS E MATRIZ URBANA

Luciano Leles Alves
Maisa Tavares Rocha
Heloisa Baleroni Rodrigues de Godoy

DOI 10.22533/at.ed.47020030812

CAPÍTULO 13 129

METODOLOGIA ISO 6579 E ISOLAMENTO DE *SALMONELLA* SPP. EM ALIMENTOS

Nayara Carvalho Barbosa
Flávio Barbosa da Silva
Débora Quevedo Oliveira
Bruna Ribeiro Arrais
Débora Filgueiras Sampaio
Nathalia Linza Martins Souza
Izabella Goulart Carvalho
Cecília Nunes Moreira

DOI 10.22533/at.ed.47020030813

CAPÍTULO 14 136

DO AGRONEGÓCIO À BIOCÊNCIA: EMPREENDEDORISMO NO OESTE PARANAENSE

Patricia Gava Ribeiro
João Pedro Gava Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.47020030814

CAPÍTULO 15 148

PRÁTICAS E INSUMOS BIOLÓGICOS NO CULTIVO DA COUVE

Rosana Matos de Moraes
Geresa Pauli Kist Steffen
Joseila Maldaner
Cleber Witt Saldanha
Evandro Luiz Missio
Ricardo Bemfica Steffen
Alexssandro de Freitas de Moraes
Vicente Guilherme Handte
Artur Fernando Poffo Costa
Isabella Campos
Roberta Rodrigues Roubuste

DOI 10.22533/at.ed.47020030815

CAPÍTULO 16 163

ESTRUTURA DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA EM AFLUENTE DO RIO PARANÁ, NA REGIÃO SUB-TROPICAL DO BRASIL

Loueverton Antonio Rodrigues de Castro
Carlos Eduardo Gonçalves Aggio
João Marcos Lara de Melo

DOI 10.22533/at.ed.47020030816

CAPÍTULO 17 174

FATORES FÍSICOS E ATRIBUTOS FLORAIS AFETAM A PRODUÇÃO DE NÉCTAR?

Sabrina Silva Oliveira
Ana Carolina Sabino de Oliveira
Fernanda Fernandes da Silva

Mikael Alves de Castro
Mychelle de Sousa Fernandes
Jefferson Thiago Souza

DOI 10.22533/at.ed.47020030817

CAPÍTULO 18 184

PLANTAS DE INTERESSE PARA A CONSERVAÇÃO NA PORÇÃO SUPERIOR DA BACIA DO RIO SANTO ANTÔNIO - LESTE DO ESPINHAÇO MERIDIONAL

Pablo Burkowski Meyer
Aline Silva Quaresma
Caetano Troncoso Oliveira
Victor Teixeira Giorni
Laís Ferreira Jales
Maria José Reis da Rocha
Ana Elisa Brina
Alexandre Gomes Damasceno
Ana Cristina Silva Amoroso Anastacio
Marília Silva Mendes

DOI 10.22533/at.ed.47020030818

CAPÍTULO 19 203

ANATOMIA FOLIAR DE *Aechmea blanchetiana* (Baker) L. B. SM (BROMELIACEAE) SOB DISTINTAS CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE

Jackson Fabris Fiorini
Elisa Mitsuko Aoyama

DOI 10.22533/at.ed.47020030819

CAPÍTULO 20 211

DIFERENTES MANEJOS DA TERRA PODEM INFLUENCIAR NAS SÍNDROMES DE DISPERSÃO DE SEMENTES EM UMA ÁREA DE CAATINGA?

Marlos Dellan de Souza Almeida
Mikael Alves de Castro
Mychelle de Sousa Fernandes
Sabrina Silva Oliveira
Jefferson Thiago Souza

DOI 10.22533/at.ed.47020030820

CAPÍTULO 21 222

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO URBANAS: TRABALHO INTEGRADO PARA CONCILIAR PRESERVAÇÃO E OCUPAÇÃO HUMANA DO TERRITÓRIO

Ana Elisa Brina
Diego Petrocchi Ramos
Douglas Henrique da Silva
Elaine Ferreira Barbosa
Gabriel Guerra Ferraz
Kalil Felix Pena
Laís Ferreira Jales
Márcio Alonso Lima
Marília Silva Mendes
Mônica Tavares da Fonseca
Pablo Burkowski Meyer
Patrícia da Fátima Moreira
Vanessa Lucena Caçado
Vitor Marcos Aguiar de Moura

DOI 10.22533/at.ed.47020030821

CAPÍTULO 22	239
QUANTIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE PIGMENTOS FOTOSSINTETIZANTES EM PLÂNTULAS DE <i>PHASEOLUS VULGARIS</i> L. (FEIJÃO CARIOCA) EM DIFERENTES NÍVEIS DE LUMINOSIDADE	
Renan Marques	
Queli Ghilardi Cancian	
Ricardo da Cruz Monsores	
Eliane Terezinha Giacomell	
Vilmar Malacarne	
DOI 10.22533/at.ed.47020030822	
CAPÍTULO 23	246
INFLUÊNCIA DO MANEJO E PRECIPITAÇÃO NAS FENOFASES VEGETATIVAS DE FEIJÃO-BRAVO (<i>Cynophalla flexuosa</i> - Caparaceae) EM ÁREAS DE CAATINGA	
Dauyzio Alves da Silva	
Mikael Alves de Castro	
Sabrina Silva Oliveira	
Gabrielle Kathelin Martins da Silva	
Ana Carolina Sabino de Oliveira	
Bruna Letícia Pereira Braga	
Mychelle de Sousa Fernandes	
Viturino Willians Bezerra	
Jefferson Thiago Souza	
DOI 10.22533/at.ed.47020030823	
CAPÍTULO 24	255
A CULTURA DE CÉLULAS EM 3 DIMENSÕES E AS SUAS APLICAÇÕES NA ÁREA BIOMÉDICA	
Roberta Cristina Euzébio Alexandre	
Mário Sérgio de Oliveira Pereira	
Simone de Cássia Lima Oliveira	
Franco Dani Campos Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.47020030824	
SOBRE O ORGANIZADOR	264
ÍNDICE REMISSIVO	265

LEVEDURAS DO TRATO DIGESTÓRIO DE *Anopheles darlingi* COMO ALTERNATIVA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PARATRANSGÊNESE PARA O CONTROLE DA MALÁRIA

Data de aceite: 30/07/2020

Data de submissão: 06/05/2020

Andrelisse Arruda

Fundação Oswaldo Cruz,
Porto Velho – Rondônia

<http://lattes.cnpq.br/2905360231586712>

Antonio dos Santos Júnior

IFRO Porto Velho Calama
Porto Velho – Rondônia

<http://lattes.cnpq.br/1163256313423554>

Gabriel Eduardo Melim Ferreira

Fundação Oswaldo Cruz
Porto Velho – Rondônia

<http://lattes.cnpq.br/5234521391957594>

Juliana Conceição Sobrinho

Faculdades Integradas Aparício Carvalho, FIMCA
Vilhena
Vilhena - Rondônia

<http://lattes.cnpq.br/3295331737232547>

Luiz Shozo Ozaki

Virginia Commonwealth University, CSBC, Life
Sciences
Richmond - Virginia

<http://lattes.cnpq.br/6440720566226268>

Alexandre Almeida e Silva

Universidade Federal de Rondônia
Porto Velho – Rondônia

<http://lattes.cnpq.br/6440720566226268>

RESUMO: Microrganismos contidos no trato digestório de insetos vem sendo isolados e identificados com o intuito de desenvolver ferramentas biotecnológicas para o controle de doenças transmitidas por esses animais. Nesse contexto, mosquitos *Anopheles* de diferentes partes do globo têm sua microbiota investigada com foco em paratransgênese. No entanto, começa a ser desvendada a informação sobre microrganismos associados aos anofelinos neotropicais, especialmente *Anopheles darlingi*. Relatamos nesse trabalho o isolamento e a identificação de leveduras cultiváveis, com potencial para paratransgênese, isoladas das fezes de *An. darlingi*, o principal vetor da malária no Brasil. As fêmeas de mosquitos *An. darlingi* foram coletadas em localidades rurais de Porto Velho, Rondônia, Brasil. Para favorecer o crescimento de leveduras, fezes dos mosquitos foram coletadas em meio YPD ágar com cloranfenicol e cultivadas à 30°C por 48 horas. Sessenta colônias leveduriformes foram amostradas. Os isolados foram preservados em freezer -80 °C. Foram realizadas PCR utilizando DNA genômico dos isolados com iniciadores para a região do DNA ribossomal 26S e ITS. Das 60 leveduras isoladas, 27 foram

identificadas. Os fragmentos foram sequenciados pelo método Sanger e as sequências com similaridades superiores a 97% frente a sequências disponíveis em bancos de dados foram depositadas no GenBank. As leveduras identificadas pertencem a 9 gêneros: *Candida*, *Diutina*, *Hanseniaspora*, *Metschnikowia*, *Meyerozyma* (=Pichia), *Moesziomyces*, *Papiliotrema* (=Cryptococcus), *Pseudozyma* e *Rhodotorula*. Sugere-se como candidatas à paratransgênese para o controle da malária em *An. darlingi* as leveduras dos gêneros *Meyerozyma* (*Pichia*), *Metschnikowia*, *Hanseniaspora* e *Pseudozyma*.

PALAVRAS-CHAVE: Microbiota de mosquito. Identificação molecular. 26S rRNA. ITS. Amazônia brasileira.

YEASTS FROM THE DIGESTIVE TRACT OF *Anopheles darlingi* AS ALTERNATIVE TO DEVELOP THE PARATRANSGENESIS FOR THE CONTROL OF MALARIA

ABSTRACT: Microorganisms living in insects' digestive tract have been isolated and identified for developing biotechnological tools to fight vector-borne diseases. In this context, mosquitoes *Anopheles* from different regions around the world have been studied about their midgut microbiota focused on paratransgenesis. However, we started to understand the information about microorganisms living in neotropical mosquitoes midgut, specially about *Anopheles darlingi*. The first step for paratransgenesis is to isolate culturable microorganisms naturally associated to the insect vector, and thus amenable to experimentation in laboratory. The objectives of this work were to isolate and to identify culturable yeasts isolated from feces of *Anopheles darlingi*, the main vector of malaria in Brazil; to estimate the frequency distribution of the sampled yeasts and to characterize and to select among the yeasts isolated from feces of *An. darlingi* those with potential for paratransgenesis. The female mosquitoes of *An. darlingi* were captured in two rural places of Porto Velho, Rondônia, Brasil. For improving the yeast growth, mosquito feces were collected on YPD agar medium with chloramphenicol and cultivated at 30 °C for 48 hours. Sixty pure yeast colonies were sampled. The isolates were preserved in -80 °C freezer. PCR reactions with genomic DNA from each isolate were performed using the primers of 26S and ITS for yeasts. From 60 yeast isolates, just 27 samples were identified. The fragments were sequenced with the Sanger method and the sequences with similarities above of 97% with sequences in reference database were deposited in Genbank (NCBI). The identified yeast fall into 9 genera: *Candida*, *Diutina*, *Hanseniaspora*, *Metschnikowia*, *Meyerozyma* (=Pichia), *Moesziomyces*, *Papiliotrema* (=Cryptococcus), *Pseudozyma* and *Rhodotorula*. We suggest as candidates to paratransgenesis to control of malaria in *An. darlingi* those yeasts belonging to the genera *Meyerozyma* (=Pichia), *Metschnikowia*, *Hanseniaspora* and *Pseudozyma*.

KEYWORDS: Mosquito microbiota. Molecular identification. 26S rRNA. ITS. Brazilian Amazon.

1 | INTRODUÇÃO

Microrganismos contidos no trato digestório de insetos têm sido isolados e identificados com o intuito de desenvolver ferramentas biotecnológicas para diversas finalidades. Um exemplo é a investigação da microbiota de mosquitos *Anopheles* de diferentes partes do globo com foco em paratransgênese como estratégia para combater a malária (WANG et al., 2017; WANG e JACOBS-LORENA, 2017).

“Paratransgênese” pode ser definida como a modificação genética de microrganismos associados a um invertebrado vetor parasitário para produzir neste moléculas antiparasitárias (RIEHLE; JACOBS-LORENA, 2005; WANG; JACOBS–LORENA, 2013). Tal abordagem é apropriada com relação à malária, visto que o *Plasmodium* se desenvolve no mesmo ambiente em que outros microrganismos estão presentes, i.e., no trato digestório do mosquito vetor. Este compartilhamento ambiental é uma oportunidade para o engenhamento genético de microrganismos, por exemplo leveduras, que podem ser utilizados como uma ferramenta para bloquear o desenvolvimento do parasita no inseto e, em consequência, interromper o ciclo da doença (WANG et al., 2017).

O primeiro passo para a utilização de microrganismos associados a invertebrados transmissores de doenças em paratransgênese é isolá-los em cultura, uma vez que é imprescindível que o organismo seja passível de cultivo em laboratório para a sua manipulação genética (WANG; JACOBS–LORENA, 2013).

Majoritariamente, bactérias associadas aos mosquitos desse gênero têm sido isoladas (RANI et al., 2009; DJADID et al., 2011; MANGUIN; NGO; TAINCHUM, 2013; VILLEGAS; PIMENTA, 2014; NGO et al., 2015; CHEN; BLOM; WALKER, 2017) e informações sobre microrganismos em anofelinos neotropicais começaram a ser desvendadas (TERENIUS et al., 2008; ARRUDA et al., 2017; ARRUDA, 2017; CORREA, 2019; SERRÃO, 2019; ROCHA, 2020).

Estudos relacionados a fungos em *Anopheles* são relatados, com sugestões de leveduras com potencial à paratransgênese (RICCI et al. 2011a; RICCI et al. 2011b; ARRUDA, 2017), leveduras com importância clínica disseminadas por mosquitos (BOZIC et al., 2017), ou ainda sobre a utilização de fungos como controle simbiótico para bloquear a transmissão de malária (CAPPELLI et al, 2014; CAPPELLI et al, 2019; CECARINI et al 2019; HERREN et al., 2020).

Para a pesquisa aqui relatada, consideramos que o conteúdo fecal ao passar pelo trato digestório carrega consigo microrganismos que estavam presentes nesse trânsito, e refletem, ao menos em parte, a diversidade da microbiota associada ao trato digestório desses insetos. Assim, a coleta de microrganismos a partir das fezes dos anofelinos é uma estratégia que facilita a investigação da microbiota que coexiste no trato digestório (ARRUDA et al., 2017) (Figura 1).

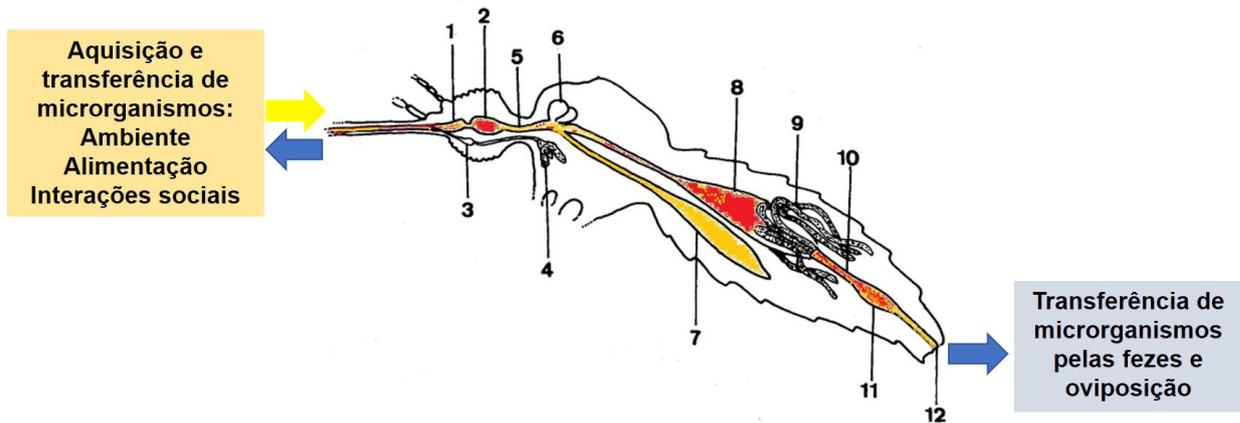


Figura 1 - Fluxo da microbiota no sistema digestório de mosquitos adultos
 1: Bomba cibarial; 2: Bomba farigeana; 3: Bomba salivar; 4: Glândula salivar; 5: Esôfago; 6: Divertículos doesais; 7: Divertículo ventral; 8: Estômago ou intestino médio; 9: Tubos de Malpighi; 10: Íleo/cólon; 11: Reto; 12: Ânus. Adaptado de Consoli e Oliveira (1994) e Engel e Moran 2013.

O objetivo do presente trabalho foi isolar e identificar leveduras cultiváveis das fezes de mosquito *Anopheles darlingi* para utilizá-las no controle da malária na Amazônia brasileira através de paratransgênesis.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

As fêmeas de mosquitos *An. darlingi* foram coletadas em área rural de Porto Velho, Rondônia, Brasil. As leveduras foram isoladas de fezes dos mosquitos pelo método descrito em Arruda et al. (2017), modificado para o meio de cultura YPD ágar com 34 $\mu\text{g}/\text{mL}$ de cloranfenicol. O dispositivo utilizado para a coleta de fezes de mosquitos pode ser visualizado na figura 2. Após a coleta das fezes por 24 horas, as placas contendo o meio de cultura seletivo com as fezes foram incubadas à temperatura de 30° C por 48 horas para favorecer o crescimento de leveduras.

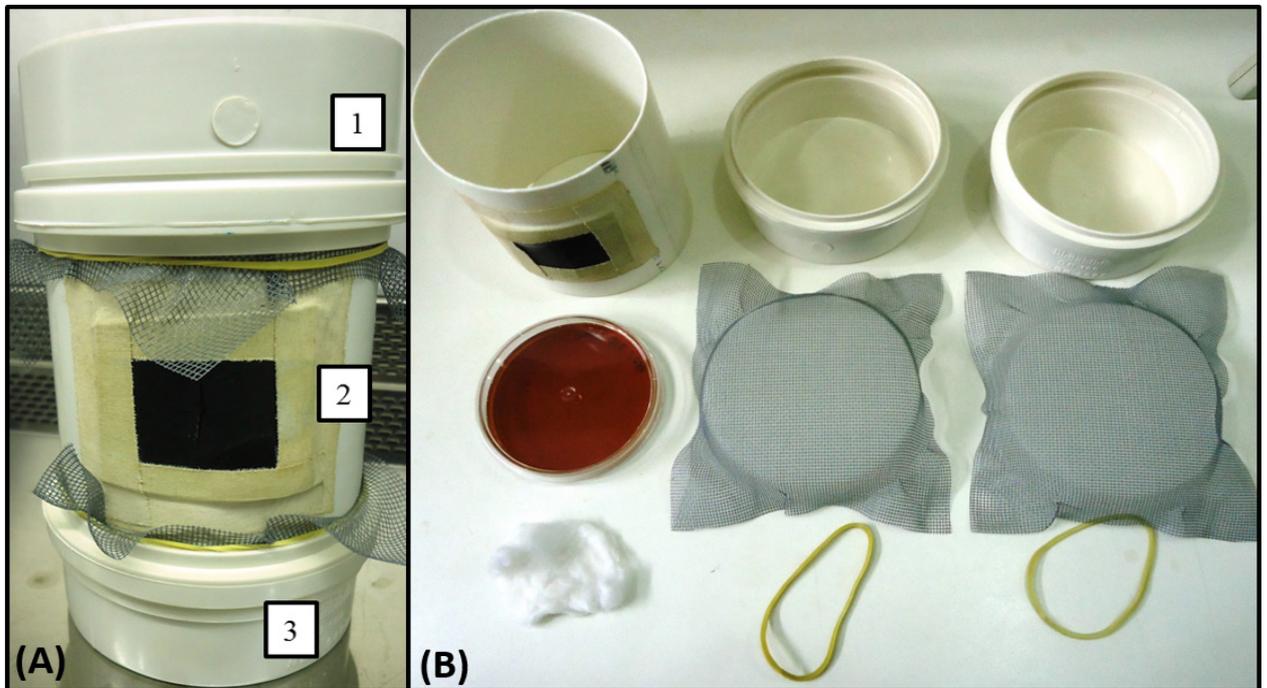


Figura 2- Dispositivo para coleta de fezes de mosquitos

(A) Vista frontal do dispositivo montado. 1. Compartimento superior para o fornecimento de alimentos; 2. Compartimento intermediário para conter mosquitos; 3. Compartimento inferior para coleta de fezes de mosquito. (B) Vista superior do dispositivo desmontado. Fonte: ARRUDA et al., (2017).

Em seguida, sessenta colônias de leveduras foram amostradas e isoladas para culturas puras e, então, cultivadas à temperatura de 30° C por 48 horas em meio de cultura YPD ágar com 34 $\mu\text{g}/\text{mL}$ de cloranfenicol, e então preservadas em glicerol a 30% em freezer a -80 °C.

As leveduras isoladas foram submetidas à extração de DNA genômico utilizando o protocolo de FERRER et al. (2001) e foram identificadas por sequenciamento de fragmentos de DNA amplificados por PCR das regiões gênicas D1/D2 do RNA 26S e ITS ribossomais (FERREIRA et al., 2010).

Das 60 colônias leveduriformes foram amplificados com sucesso fragmentos de DNA ribossomal de 27 isolados. Os fragmentos amplificados foram purificados e sequenciados pelo método Sanger. As sequências com similaridades superiores a 97% frente a sequências disponíveis em bancos de dados e que apresentaram agrupamentos filogenéticos com *bootstrap* acima de 90% quando realizadas 1000 aleatorizações, foram utilizadas para as identificações, sendo estas depositadas no GenBank.

Os critérios para a seleção das leveduras identificadas e com potencial para a realização de paratransgênese, adotados de acordo com Wang e Jacobs–Lorena (2013) e Wilke e Marelli (2015), foram os seguintes: 1) leveduras consideradas como não-patogênicas a humanos e animais e 2) com possibilidade de serem cultivadas e manipuladas geneticamente.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 14 espécies de leveduras dentre os 27 isolados submetidos à identificação pelo método ribossomal (Tabela 1). As mais frequentes foram *Moesziomyces antarcticus*, *Candida metapsilosis* e *Meyerozyma caribbica* (Figura 3). No entanto, é importante destacar que foram triadas menos de 50% das amostras coletadas (N=60), fato ocorrido pela ausência da amplificação nas reações de PCR de algumas amostras. Portanto, é razoável esperar o registro de outras espécies conforme o processo de identificação avançar.

Filo/ Classe/ Família	Amostra n°	Espécie identificada	26S			ITS		
			Acesso da sequência 26S no GenBank*	Similaridade %	Código de acesso do táxon mais relacionado	Acesso da sequência ITS no GenBank*	Similaridade %	Código de acesso do táxon mais relacionado
ASCOMYCOTA								
Saccharomycetes								
Debaryomycetaceae								
	24	<i>Candida metapsilosis</i>	MF940152	99,8	KY106574.1	MF940118	98,8	FJ872019 ^a
	29	<i>Candida metapsilosis</i>	MF940154	99,8	KY106574.1	MF940120	98,9	FJ872019 ^a
	36	<i>Candida metapsilosis</i>	MF940158	99,8	KY106574.1	MF940124	98,95	FJ872019 ^a
	55	<i>Candida metapsilosis</i>	MF940166	99,8	KY106574.1	MF940131	100	KY102208
	35	<i>Candida orthopsilosis</i>	MF940157	100	FN812686.1	MF940123	100	FM178394
	23	<i>Candida parapsilosis</i>	MF940151	100	KT282393.1	MF940117	100	AY391843
	49	<i>Candida oleophila</i>	MF940163	100	U45793.1	MF940128	100	HQ876045
	38	<i>Meyerozyma guilliermondii</i> = <i>Pichia guilliermondii</i>	MF940159	100	JQ689047.1	MF940125	100	KC119205
	28	<i>Meyerozyma caribbica</i> = <i>Pichia caribbica</i>	MF940153	100	NG 054806.1	MF940119	100	FN428931
	30	<i>Meyerozyma caribbica</i> = <i>Pichia caribbica</i>	MF940155	100	NG 054806.1	MF940121	100	FN428931
	33	<i>Meyerozyma caribbica</i> = <i>Pichia caribbica</i>	MF940156	100	NG 054806.1	MF940122	100	FN428931
	59	<i>Diutina catenulata</i> = <i>Candida catenulata</i>	MF940170	100	CBS 564	MF940135	100	AY493436

Metschnikowiaceae	42**	<i>Metschnikowia koreensis</i>	MF940160	100	KF059236.1	MF940126	96,3	KF059236
	48**	<i>Metschnikowia koreensis</i>	MF940162	100	KF059236.1	MF940127	97,33	KF059236
Saccharomycodaceae	57	<i>Hanseniaspora opuntiae</i>	MF940167	100	KC111447.1	MF940132	100	FM199951
	60	<i>Hanseniaspora opuntiae</i>	MF940171	99,8	KC111447.1	MF940136	100	FM199951
BASIDIOMYCOTA								
Microbotryomycetes								
Sporidiobolaceae	58	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	MF940168	100	KF411551.1	MF940133	100	KP132585.1
Tremellomycetes								
Tremellaceae	51	<i>Papiliotrema laurentii</i> = <i>Cryptococcus laurentii</i>	MF940169	100	AY315663.1	MF940134	100	FN428903
Ustilaginomycetes								
Ustilaginaceae	8	<i>Moesziomyces antarcticus</i> = <i>Pseudozyma antarctica</i>	MF940145	99,8	AJ235302.1	MF940111	97,11	AY641557
	12	<i>Moesziomyces antarcticus</i> = <i>Pseudozyma antarctica</i>	MF940148	99,8	AJ235302.1	MF940114	97,17	AY641557
	13	<i>Moesziomyces antarcticus</i> = <i>Pseudozyma antarctica</i>	MF940149	99,8	AJ235302.1	MF940115	97,19	AY641557
	14	<i>Moesziomyces antarcticus</i> = <i>Pseudozyma antarctica</i>	MF940150	99,8	AJ235302.1	MF940116	97,25	AY641557
	46***	<i>Moesziomyces antarcticus</i> = <i>Pseudozyma antarctica</i>	MF940161	99	AJ235302.1	–	–	–
	9	<i>Pseudozyma parantarctica</i>	MF940146	100	AB089357.1	MF940112	99,86	JN942671
	10	<i>Pseudozyma parantarctica</i>	MF940147	100	AB089357.1	MF940113	99,7	JN942671
	50	<i>Pseudozyma hubeiensis</i>	MF940164	99,8	KY108956.1	MF940129	97,65	DQ008954
	53	<i>Pseudozyma hubeiensis</i>	MF940165	99,8	KY108956.1	MF940130	97,65	DQ008954

Tabela 1- Leveduras identificadas utilizando sequência D1/D2 do 26S rRNA e ITS. As leveduras foram isoladas a partir das fezes de fêmeas *Anopheles darlingi* selvagens oriundas de Porto Velho, RO.

*Estes números de acesso do GenBank somente estarão disponíveis após 30 de setembro de 2018 ou após a publicação do artigo contendo esta informação, o que vier primeiro. Amostras que não amplificaram: 1, 4, 5, 7, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 31, 32, 34, 37, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 47, 52, 54 e 56. Amostras que não possuem DNA: 2, 3, 6 e 11. **árvore pata ITS separada. ***Não amplificou para ITS. ^a – A sequência FJ872019 não está representada na árvore filogenética construída com sequências ITS por não haver agrupamento dessa sequência com o clado das leveduras 24, 29 e 36. Fonte: ARRUDA, 2017.

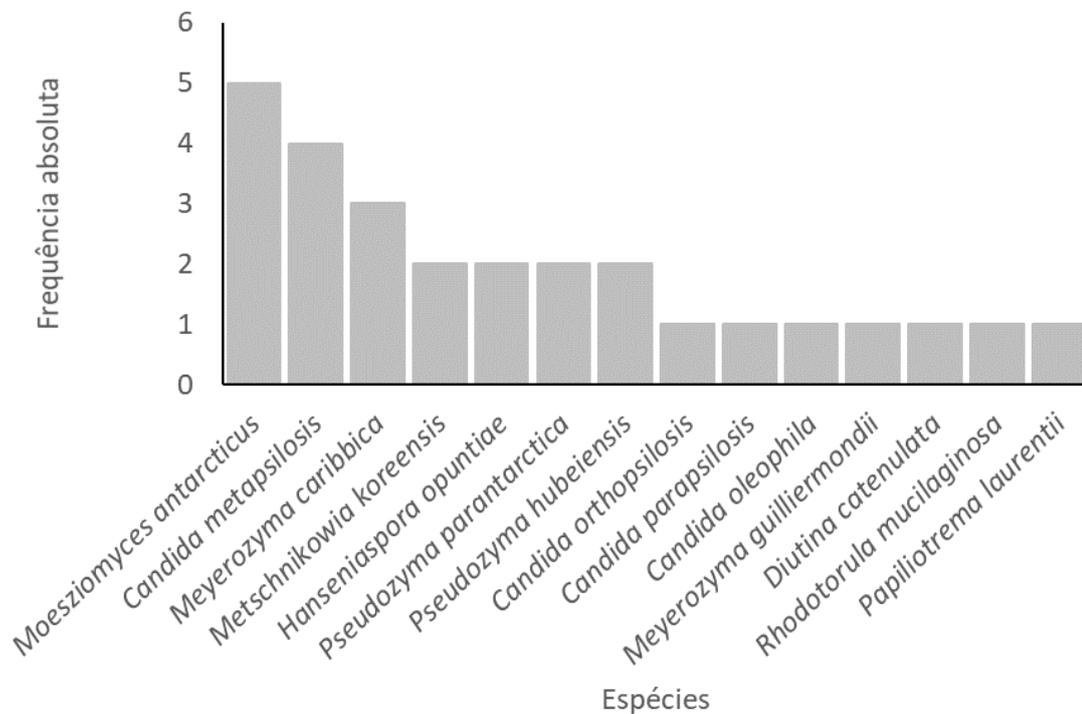


Figura 3 - Distribuição de frequência das espécies de leveduras coletadas em fezes de fêmeas *Anopheles darlingi* coletadas em de Porto Velho, RO. Conjunto de colônias amostradas (N=60). Fonte: ARRUDA, 2017.

Conhecer os microrganismos contido nas fezes dos anofelinos é uma estratégia que pode facilitar a investigação da microbiota que passou pelo intestino e cinco espécies são sugeridas como candidatas à paratransgênese: *M. caribbica*, *Metschnikowia koreensis*, *Hanseniaspora opuntiae*, *Candida oleophila* e *Pseudozyma hubeiensis*, por serem leveduras conhecidamente associadas a néctar e frutos (MORAIS et al., 1995; MORAIS et al., 2006) e não serem consideradas fungos de importância médica (ANVISA, 2013).

Além disso, a existência de plataformas comerciais para expressão heteróloga, as quais utilizam vetores integrativos que tem como alvo regiões de genes homólogos, altamente conservadas, como *locus* de genes da via glicolítica (INVITROGEN, 2010), os quais poderiam ser utilizados como vetores de expressão em outras espécies de leveduras, como aquelas indetificadas neste trabalho.

A utilização de leveduras para o uso em paratransgênese em *Anopheles* apresenta como principal vantagem o fato de ser um eucarioto, podendo facilitar a expressão e secreção de peptídeos heterólogos que podem ser alvos ou competidores por sítios de reconhecimento celular dentro do intestino do mosquito (RICCI et al., 2011a, 2011b). Estes peptídeos, expressos dentro do intestino do mosquito, serviriam para impedir a passagem do oocineto de *Plasmodium* pela parede do intestino do mosquito *Anopheles* interrompendo a formação de oocistos, sendo assim, úteis no controle da transmissão da malária (WANG; JACOBS–LORENA, 2013; WANG et al., 2017).

É válido destacar que das leveduras isoladas a partir das fezes de *An. darlingi* seis

espécies foram descritas anteriormente com potencial biotecnológico: *Moesziomyces parantarcticus* e *Pseudozyma hubeiensis* foram investigadas para produção de biodiesel (AREESIRISUK et al, 2015; ROSA et al., 2015) *Hanseniaspora opuntiae* foi utilizada na produção de chocolates (PAPALEXANDRATOU et al., 2013) *Metschnikowia koreensis*, *Meyerozyma caribbica* e *Meyerozyma guilliermondii* são fermentadoras de xilose (MARTINS et al., 2018; MUKHERJI et al., 2013). Como estão isoladas e preservadas, estas podem ser exploradas em diferentes processos biotecnológicos, de paratransgêneses até utilizações industriais para produção de alimentos e biocombustíveis (Figura 4).

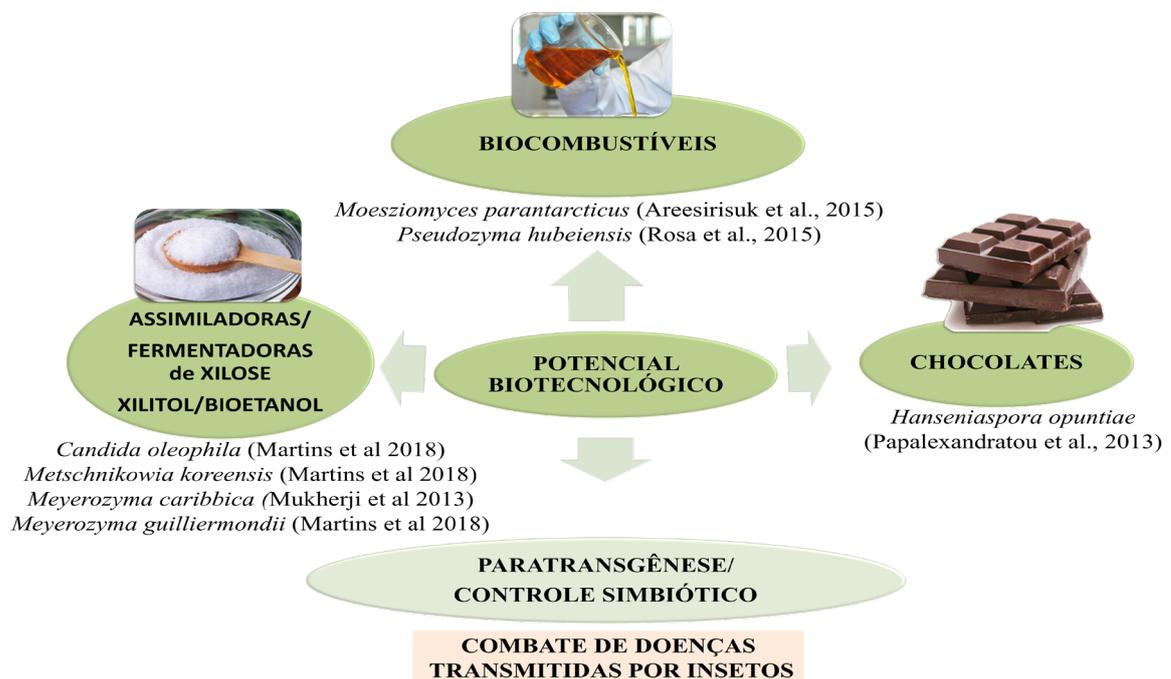


Figura 4 – Potencial biotecnológico de leveduras isoladas a partir das fezes de *Anopheles darlingi*.

Fonte: O autor (2019).

Acreditamos que a biodiversidade de microrganismos associadas a insetos deva ser investigada, pois nela contém tanto espécies com potencial biotecnológico como as aqui apresentadas, quanto microrganismos de importância para a saúde pública, não relatadas nesta comunicação (*dados não mostrados*).

4 | CONCLUSÕES

O isolamento das leveduras, descritas neste trabalho, permitiu realizarmos o primeiro passo rumo à execução de paratransgênese em leveduras para o controle da transmissão

da malária pelo mosquito *An. darlingi* na Amazônia brasileira.

Foram isoladas e preservadas 14 espécies de leveduras, das quais foram sugeridas como potenciais candidatas à paratransgênese *M. caribbica*, *M. koreensis*, *H. opuntiae*, *C. oleophila* e *P. hubeiensis*. Estudos complementares devem ser realizados para o pleno desenvolvimento da técnica.

APOIO

CNPq, CAPES, IFRO Porto Velho Calama/ProfEPT, Fiotec, Rede de Plataformas Tecnológicas Fiocruz, subunidades RPT01E - Sequenciamento de DNA – BH. Inicialmente, este projeto teve também um apoio “Grande Challenges” da Bill and Melinda Gates a L.S.O.

REFERÊNCIAS

AREESIRISUK, A. *et al.* A novel oleaginous yeast strain with high lipid productivity and its application to alternative biodiesel production. **Prikladnaia biokhimiia i mikrobiologiia**, v. 51, n. 4, p. 387–94, 2015.

ARRUDA, A. *et al.* A simple methodology to collect culturable bacteria from feces of *Anopheles darlingi* (Diptera: Culicidae). **Journal of Microbiological Methods**, v. 141, n. Oct. 2017, p. 115–117, 2017.

ARRUDA, A. (2017). **Identificação de microrganismos cultiváveis associados ao intestino de *Anopheles darlingi* (DIPTERA:CULICIDAE) com potencial à paratransgênese para o controle da malária**. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte) - Universidade Federal do Amazonas. 170 f.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde. Módulo 8: **Deteção e identificação de fungos de importância médica** /Agência Nacional de Vigilância Sanitária.– Brasília: Anvisa, 2013. 46p.

BOZIC, J. *et al.* Mosquitoes can harbour yeasts of clinical significance and contribute to their environmental dissemination. **Environmental Microbiology Reports**, 9(5), 642–648. doi:10.1111/1758-2229.12569, 2017.

CAPPELLI, A. *et al.* A *Wickerhamomyces anomalus* Killer Strain in the Malaria Vector *Anopheles stephensi*. **PLoS ONE**, 9(5), e95988. doi:10.1371/journal.pone.0095988, 2014.

CAPPELLI, A. *et al.* Killer yeasts exert anti-plasmodial activities against the malaria parasite *Plasmodium berghei* in the vector mosquito *Anopheles stephensi* and in mice. **Parasites & Vectors**, 12(1). doi:10.1186/s13071-019-3587-4, 2019.

CECARINI, V. *et al.* Identification of a Killer Toxin from *Wickerhamomyces anomalus* with β -Glucanase Activity. **Toxins**, 11(10), 568. doi:10.3390/toxins11100568, 2019.

CHEN, S.; BLOM, J.; WALKER, E. D. Genomic, physiologic, and symbiotic characterization of *Serratia marcescens* strains isolated from the mosquito *Anopheles stephensi*. **Frontiers in Microbiology**, 2017.

CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. DE. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1994.

- CORREA, L.V. (2019). **Estudo do potencial paratransgênico de bactérias cultiváveis associadas ao *Anopheles darlingi* ROOT, 1926, para controle da malária. Dissertação.** (Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais da Amazônia). Universidade do Estado do Amazonas. 93f.
- DJADID, D. N. *et al.* Identification of the midgut microbiota of *An. stephensi* and *C. maculipennis* for their application as a paratransgenic tool against malaria. **PLoS ONE**, v. 6, n. 12, p. 6–12, 2011.
- ENGEL, P.; MORAN, N. A. The gut microbiota of insects - diversity in structure and function. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 37, n. 5, p. 699–735, 2013.
- FERRER, C. *et al.* Detection and Identification of Fungal Pathogens by PCR and by ITS2 and 5.8S Ribosomal DNA Typing in Ocular Infections. **J Clin Microbiol.**, v. 39, n. 8, p. 2873–2879, 2001.
- FERREIRA, N. *et al.* Yeast microflora isolated from Brazilian cassava roots: Taxonomical classification based on molecular identification. **Current Microbiology**, v. 60, n. 4, p. 287–293, 2010.
- HERREN, J. K. *et al.* A microsporidian impairs *Plasmodium falciparum* transmission in *Anopheles arabiensis* mosquitoes. **Nature Communications**, 11(1). doi:10.1038/s41467-020-16121-y, 2020.
- INVITROGEN. pGAPZ A, B, and C, pGAPZα A, B, and C: **Pichia expression vectors for constitutive expression and purification of recombinant proteins.** MAN0000043. User Manual. 2010.
- MANGUIN, S.; NGO, C.; TAINCHUM, K. Bacterial Biodiversity in Midguts of Anopheles Mosquitoes, Malaria Vectors in Southeast Asia. **Anopheles mosquitoes - New insights into malaria vectors and**, 2013.
- MARTINS, G.M. *et al.* The isolation of pentose-assimilating yeasts and their xylose fermentation potential. **Brazilian Journal of Microbiology**. V. 49, 1. P. 162-168. 2018.
- MORAIS, P. B. *et al.* Yeast succession in the Amazon fruit *Parahancornia amapa* as resource partitioning among *Drosophila* spp. **Applied and environmental microbiology**, v. 61, n. 12, p. 4251–7, dez. 1995.
- MORAIS, P. B.; PAGNOCCA, F.; ROSA, C. Yeast Communities in Tropical Rain Forests in Brazil and other South American Ecosystems. In: ROSA, C.; GÁBOR, P. (Eds.). **The Yeast Handbook: Biodiversity and Ecophysiology of Yeasts.** Springer, 2006.
- MUKHERJI, R. *et al.* A Crystalline Xylitol Production by a Novel Yeast, *Pichia caribbica* (HQ222812), and Its Application for Quorum Sensing Inhibition in Gram-Negative Marker Strain *Chromobacterium violaceum* CV026. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v. 169, n. 6, p. 1753–1763, 2013.
- NGO, C. T. *et al.* Bacterial diversity associated with wild caught Anopheles mosquitoes from Dak Nong Province, Vietnam using culture and DNA fingerprint. **PLoS ONE**, v. 10, n. 3, p. 1–18, 2015.
- PAPALEXANDRATOU, Z. *et al.* *Hanseniaspora opuntiae*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus fermentum*, and *Acetobacter pasteurianus* predominate during well-performed Malaysian cocoa bean box fermentations, underlining the importance of these microbial species for a successful cocoa bean fermentation process. **Food Microbiology**, v. 35, n. 2, p. 73–85, set. 2013.
- RANI, A. *et al.* Bacterial diversity analysis of larvae and adult midgut microflora using culture-dependent and culture-independent methods in lab-reared and field-collected *Anopheles stephensi* an Asian malarial vector. **BMC microbiology**, v. 9, p. 96, 2009.
- RICCI, I. *et al.* Different mosquito species host *Wickerhamomyces anomalus* (*Pichia anomala*): Perspectives on vector-borne diseases symbiotic control. **Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology**, v. 99, n. 1, p. 43–50, 2011a.

RICCI, I. *et al.* The yeast *Wickerhamomyces anomalus* (*Pichia anomala*) inhabits the midgut and reproductive system of the Asian malaria vector *Anopheles stephensi*. **Environmental Microbiology**, v. 13, n. 4, p. 911–921, 2011b.

RIEHLE M.A.; JACOBS-LORENA, M. Using bacteria to express and display anti-parasite molecules in mosquitoes: current and future strategies. **Insect Biochem Mol Biol** 35:699–707, 2005.

ROCHA, E.M. (2020). **Seleção de espécies bacterianas cultiváveis, simbiotes de *Anopheles darlingi* (Root, 1926), para o controle da malária por paratransgênese.** Tese (Doutorado em Biotecnologia). Universidade Federal do Amazonas. 90 f.

ROSA, S. A. **Produção de lipase de *Pseudozyma hubeiensis* e aplicação na biocatalise de biodiesel.** 2015.

SERRÃO, D. M. (2019) **Bioprospecção de bactérias cultiváveis isoladas de *Anopheles darlingi* ROOT, 1926 para o controle da malária por paratransgênese.** Dissertação. (Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais da Amazônia). Universidade do Estado do Amazonas. 84f.

TERENIUS, O. *et al.* 16S rRNA gene sequences from bacteria associated with adult *Anopheles darlingi* (Diptera: Culicidae) mosquitoes. **J Med Entomol**, v. 45, n. 1, p. 172–175, 2008.

VILLEGAS, L. M.; PIMENTA, P. F. P. Metagenomics, paratransgenesis and the *Anopheles* microbiome: a portrait of the geographical distribution of the anopheline microbiota based on a meta-analysis of reported taxa. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 109, n. 5, p. 672–684, 2014.

WANG, S.; JACOBS-LORENA, M. Genetic approaches to interfere with malaria transmission by vector mosquitoes. **Trends in Biotechnology**, v. 31, n. 3, p. 185–193, 2013.

WANG, S.; & JACOBS-LORENA, M. (2017). Paratransgenesis Applications: Fighting Malaria With Engineered Mosquito Symbiotic Bacteria. In **Vector Microbiome and Innate Immunity of Arthropods** (Vol. 1, pp. 219–234). Elsevier Inc.. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805350-8.00013-1>

WANG, S. *et al.* Driving mosquito refractoriness to *Plasmodium falciparum* with engineered symbiotic bacteria. **Science**. Vol. 357, Issue 6358, pp. 1399-1402, 2017.

WILKE, A.B.B.; MARRELLI, M. T. Paratransgenesis: a promising new strategy for mosquito vector control. **Parasites & Vectors**, v. 8, n. 1, p. 342, 2015.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ação Antimicrobiana 2

Amazônia Brasileira 55, 57, 63

Áreas Manejadas 212

Arnica Montana 1, 2, 3, 4, 5, 6

Aves 68, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 177, 182, 213, 220

Avifauna 105, 113, 114, 115, 116, 117, 126, 127, 128

B

biociências 144, 145

Biociências 51, 78, 136, 143, 238, 262

Brassica Oleraceae 149, 161

Bromélia 203

Bromeliaceae 182, 183, 185, 191, 193, 197, 198, 201, 202, 203, 204, 206, 209, 210

C

Caatinga 38, 40, 42, 103, 104, 105, 108, 113, 114, 174, 175, 176, 177, 180, 181, 182, 184, 185, 211, 212, 213, 214, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254

Calliphoridae 19, 20, 24, 27, 28, 45, 46, 47, 48, 52

Campos Rupestres 83, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 195, 198, 201, 202

Candida Auris 8, 9, 10, 16, 17, 18

Cecidomyiidae 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 43, 44

Chryssomya Albiceps 20

Chuva de Sementes 211, 212, 213, 215, 216, 217, 218, 219, 221

Clorofila 152, 154, 239, 240, 241, 242, 243, 245

Controle Biológico Conservativo 149

D

Diptera 19, 20, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 38, 44, 46, 52, 63, 65, 162

Dispersão de Sementes 67, 73, 77, 78, 103, 105, 113, 211, 212, 213, 219, 220, 221, 248

Diversidade 56, 91, 103, 105, 115, 116, 118, 124, 125, 126, 127, 128, 159, 163, 164, 167, 169, 171, 186, 187, 201, 202, 220, 225

E

Ecologia 21, 77, 78, 81, 92, 102, 104, 105, 114, 127, 164, 172, 219, 221, 237, 253
Endemismo 83, 185, 186, 190
Entomologia 20, 21, 28, 44, 45, 46, 47, 52
Estrutura Foliar 203, 205, 209
Estrutura Trófica 115, 127

F

Feijão 108, 119, 153, 239, 241, 242, 243, 246, 250, 251, 252, 253
Fenologia 78, 182, 183, 219, 246, 247, 251, 253, 254
Fragmentação de Habitats 115, 228

G

Galha 30, 31, 35, 37, 43
Gestão Participativa 223

H

Herbário 30, 31, 185, 189, 200, 201, 202

I

Infecção Hospitalar 8, 9, 10
Inseto Galhador 35

M

Mamíferos 68, 76, 81, 86, 87, 89, 90, 92, 93, 94, 95
Mariluz 164, 168
Marsupiais 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78
Microbiota de Mosquito 55
Monumento Natural 80, 83, 93, 197, 200, 222, 223, 224, 230, 231, 232, 233

O

Ornitologia 104, 113, 114, 127, 128

P

Parque Científico e Tecnológico 136, 137, 141, 142, 143
Passagens de Fauna 81, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92
Peixe-Betta 96

Peixe-de-Briga-Siamês 96, 97
Pigmentos Fotossintetizantes 239
Planta Hospedeira 31, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44
Plantas Medicinais 2, 3, 7

Q

Queda de Folhas 247, 248, 249, 251, 252

R

Recursos Florais 175, 181, 182
restinga 31, 34, 203, 204, 205
Ruellia aspérula 182

S

Sarcophagidae 19, 20, 22, 24, 25, 26, 27, 47
Segurança Alimentar 130

U

Uva-do-Japão 66, 67, 68, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77

Z

Zooplâncton 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 172, 173

Consolidação do Potencial Científico e Tecnológico das Ciências Biológicas

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2020

Consolidação do Potencial Científico e Tecnológico das Ciências Biológicas

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2020