



Ciências Biológicas: Campo Promissor em Pesquisa 4

Jesus Rodrigues Lemos
(Organizador)

Atena
Editora

Ano 2020



Ciências Biológicas: Campo Promissor em Pesquisa 4

Jesus Rodrigues Lemos
(Organizador)

Atena
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo

Edição de Arte: Luiza Batista

Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

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

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

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

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

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

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

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

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

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

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

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

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

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

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

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
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. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^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

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. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a 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
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
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 Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 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. 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
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	<p>Ciências biológicas [recurso eletrônico] : campo promissor em pesquisa 4 / Organizador Jesus Rodrigues Lemos. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-140-4 DOI 10.22533/at.ed.404202406</p> <p>1. Ciências biológicas – Pesquisa – Brasil. I. Lemos, Jesus Rodrigues.</p> <p style="text-align: right;">CDD 570</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

Este volume da obra “Ciências Biológicas: Campo promissor em Pesquisa 4” vem trazer ao leitor, em seus capítulos, informações diversas imbuídas em diferentes campos do conhecimento de Ciências da Vida, como o próprio título do e-book sugere: uma área extremamente promissora, dinâmica e passível de aquisição de novas informações a todo momento, vindo, de forma comprometida e eficaz, a atualizar o leitor interessado nesta grande área do conhecimento.

Pesquisadores de diferentes gerações, e diferentes regiões do país, motivados por uma força motriz que impulsiona a busca de respostas às suas perguntas, trazem dados resultantes da dedicação à Ciência, ansiando responder suas inquietações e compartilhar com o leitor, de forma cristalina e didática, seus alcances técnico-científicos, satisfazendo a função precípua da ciência que é a de melhorar a qualidade de vida do homem, enquanto executante do seu papel cidadão e ser social.

Somente por uma questão de ordenação, os 28 capítulos deste volume foram sequenciados levando-se em consideração, primeiramente, estudos, em diferentes vertentes, com organismos vivos, animais e plantas, seguidos por pesquisas oriundas de aspectos didático-pedagógicos, aquelas relacionadas aos progressos de situações-problemas em vegetais, animais e humanos e, por fim, interações entre diferentes organismos no espaço ambiental com um todo.

Em todas estas áreas, as pesquisas conduzem o leitor a acompanhar descobertas/avanços que proporcionam, indubitavelmente, um quadro mais robusto, e que acresce ao que até então se tem conhecimento naquele campo de estudo, das diferentes subáreas das Ciências Biológicas, com viés também para a saúde e bem estar humanos.

Neste sentido, a heterogeneidade deste volume, extremamente rico, irá contribuir consideravelmente tanto na formação de jovens graduandos e pós-graduandos, quanto ser atrativo para profissionais atuantes nas áreas escolar, técnica e acadêmica aqui abordadas, não eximindo também o leitor “curioso” interessado nas temáticas aqui trazidas.

Portanto, aproveitem os assuntos dos seus interesses e boa leitura!

Jesus Rodrigues Lemos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
SINCRONIZAÇÃO DE RITMOS DIÁRIOS EM POPULAÇÕES DE FORMIGAS SAÚVA (<i>ATTA SEXDENS</i>)	
Mila Maria Pamplona Barbosa Bruna Rezende Malta de Sá Gisele Akemi Oda André Frazão Helene	
DOI 10.22533/at.ed.4042024061	
CAPÍTULO 2	16
CONTRIBUTION TOWARDS THE STUDY OF LEAF ANATOMY OF <i>SMILAX BRASILIENSIS</i> SPRENG. (SMILACACEAE)	
Myriam Almeida Barbosa Marlúcia Souza Pádua Vilela Luciana Alves Rodrigues dos Santos Lima Ana Hortência Fonseca Castro	
DOI 10.22533/at.ed.4042024062	
CAPÍTULO 3	28
ACANTHACEAE DOS JARDINS DO MUSEU DE BIOLOGIA MELLO LEITÃO, SANTA TERESA-ES: ESPAÇO NÃO FORMAL E O ENSINO DE BOTÂNICA	
Elisa Mitsuko Aoyama Alexandre Indriunas	
DOI 10.22533/at.ed.4042024063	
CAPÍTULO 4	41
FORMAÇÃO DE BANCO DE SEMENTES (GERMOPLASMA) COM PLANTAS NATIVAS DA REGIÃO NORTE DO PIAUÍ	
Iara Fontenele de Pinho Maria da Conceição Sampaio Alves Teixeira Jesus Rodrigues Lemos	
DOI 10.22533/at.ed.4042024064	
CAPÍTULO 5	56
REGISTRO DE PLANTAS HOSPEDEIRAS DE CHRYSOMELIDAE NO SUDOESTE DO PARANÁ, COM ÊNFASE EM ALTICINI (GALERUCINAE)	
Lucas Frarão Adelita Maria Linzmeier	
DOI 10.22533/at.ed.4042024065	
CAPÍTULO 6	67
TOBACCOMIXTURE IN THE FIGHT AGAINST COWPEA APHID DURING THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF <i>V. UNGUICULATA</i>	
Marcelo Ferreira de Souza José Ivo Soares Ana Cristina Macedo de Oliveira Sebastião Erailson de Sousa Santos Maíres Alves Cordeiro Jeyce Layse Bezerra Silva Maria Regina de Oliveira Cassundé Ananda Jackellynne Vaz da Silva Lucas Ermeson Soares das Neves	

José Wiliam Pereira Brito
Karol Águida Santos Rocha
Italo Ferreira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.4042024066

CAPÍTULO 7 74

WOULD THE VOLATILE TERPENES OF *MESOSPHAERUM SUAVEOLENS* HAVE A PHYTOTOXIC EFFECT?

José Weverton Almeida Bezerra
Rafael Pereira da Cruz
Thaís da Conceição Pereira
Maria Haiele Nogueira da Costa
Emanoel Messias Pereira Fernando
Helder Cardoso Tavares
Talita Leite Beserra
Kleber Ribeiro Fidelis
José Iago Muniz
Maria Aurea Soares de Oliveira
Talina Guedes Ribeiro
Maria Arlene Pessoa da Silva

DOI 10.22533/at.ed.4042024067

CAPÍTULO 8 83

CONHECIMENTO TRADICIONAL DE MICROARTRÓPODES EM UMA COMUNIDADE RURAL DA CAATINGA

Francisco Éder Rodrigues de Oliveira
Mikael Alves de Castro
Marlos Dellan de Souza Almeida
Célio Moura Neto
Helba Araújo de Queiroz Palácio
Jefferson Thiago Souza

DOI 10.22533/at.ed.4042024068

CAPÍTULO 9 98

MALASSEZIA PACHYDERMATIS ISOLADAS DE OTITES DE CÃES E GATOS: IDENTIFICAÇÃO MOLECULAR E SUSCEPTIBILIDADE IN VITRO A ÓLEOS ESSENCIAIS

Raquel Santos da Silva
Ludmilla Tonani
Marcia Regina von Zeska Kress

DOI 10.22533/at.ed.4042024069

CAPÍTULO 10 111

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DO ÓLEO ESSENCIAL OBTIDO DAS FOLHAS DE CROTON SP SOBRE ATRAÇÃO PARA A OVIPOSIÇÃO DO *AEDES AEGYPTI*

Daniel Lobo Sousa
Roseliz Campelo Pachêco
Quirlian Queite Araújo Anjos
Thaimara Gomes Costa
Débora Cardoso da Silva
Simone Andrade Gualberto

DOI 10.22533/at.ed.40420240610

CAPÍTULO 11 116

O ENSINO DE BIOLOGIA SOB A ÓTICA DISCENTE: UM RECORTE AMOSTRAL NA ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL EM BARREIRAS - BAHIA

Camila de Carvalho Moreira
Fábio de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.40420240611

CAPÍTULO 12 127

GLOSSÁRIO ONLINE DE BOTÂNICA COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO MÉDIO

Rebeca Melo Barboza
Bruno Edson-Chaves
Eliseu Marlônio Pereira de Lucena

DOI 10.22533/at.ed.40420240612

CAPÍTULO 13 141

ECOPEDAGOGIA: EDUCAÇÃO PARA O MEIO AMBIENTE

Magda Regina Santiago
Márcio Marastoni
Pero Torquato Moreira

DOI 10.22533/at.ed.40420240613

CAPÍTULO 14 152

ASPECTOS DA SENESCÊNCIA CELULAR EM INDIVÍDUOS IDOSOS SAUDÁVEIS

Thalyta Nery Carvalho Pinto
Juliana Ruiz Fernandes
Gil Benard

DOI 10.22533/at.ed.40420240614

CAPÍTULO 15 165

ANÁLISE *IN SILICO* DA INTERAÇÃO ENTRE AS PROTEÍNAS P53 E CREBBP E SUA RELAÇÃO COM LINFOMAS

Katheryne Lohany Barros Barbosa
Marcos Antonio Batista de Carvalho Júnior
Olívia Basso Rocha
Livia do Carmo Silva
Gabriela Danelli Rosa
Jackeliny Garcia Costa
Kleber Santiago Freitas

DOI 10.22533/at.ed.40420240615

CAPÍTULO 16 173

EFEITO DO EXTRATO DE *UNCARIA TOMENTOSA* E PALMITATO SOBRE A MORTE CELULAR DE MIOBLASTOS C2C12

Bruna Letícia de Freitas
Jeniffer Farias dos Santos
Carla Roberta de Oliveira Carvalho
Viviane Abreu Nunes

DOI 10.22533/at.ed.40420240616

CAPÍTULO 17 184

ALTERAÇÕES NA INTERAÇÃO DAS PROTEÍNAS P53 E TPP1 COMO CAUSA DA ENDOMETRIOSE

Olivia Basso Rocha
Marcos Antonio Batista de Carvalho Junior
Katheryne Lohany Barros Barbosa
Kleber Santiago Freitas
Livia do Carmo Silva
Gabriela Danelli Rosa
Jackeliny Garcia Costa

DOI 10.22533/at.ed.4042024061617

CAPÍTULO 18 192

OBTENÇÃO DE SUBSTÂNCIAS INIBITÓRIAS SEMELHANTES ÀS BACTERIOCINAS POR *LACTOCOCCUS LACTIS* UTILIZANDO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR: EFEITO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA FRENTE A MICROORGANISMO CAUSADOR DE CÁRIE

Liz Caroline Mendes Alves
Ricardo Pinheiro de Souza Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.4042024061618

CAPÍTULO 19 209

EFEITOS DO TOLUENO SOBRE O APARELHO RESPIRATÓRIO E REPRODUTOR DE RATOS WISTAR

Ana Rosa Crisci
Marcos Leandro Paoleli dos Santos
Paulo Henrique da Silva Santos
Ângelo Rafael Bueno Rosa
Betina Ferreira Lacerda
Wilson Roberto Malfará
Lucila Costa Zini Angelotti

DOI 10.22533/at.ed.4042024061619

CAPÍTULO 20 221

ESTUDO DA INTERAÇÃO E ENSAIO DE MUTAGÊNESE VISANDO O COMPLEXO ENOS-CALMODULINA POR ABORDAGENS *IN SILICO*

Marcos Antonio Batista de Carvalho Júnior
Olivia Basso Rocha
Katheryne Lohany Barros Barbosa
Livia do Carmo Silva
Gabriela Danelli Rosa
Jackeliny Garcia Costa
Kleber Santiago Freitas

DOI 10.22533/at.ed.4042024061620

CAPÍTULO 21 230

ESTUDO MORFOLÓGICO DO TESTÍCULO DE RATOS COM OBESIDADE HIPOTALÂMICA TRATADOS EM PLATAFORMA VIBRATÓRIA

Gabrielly de Barros
Fernando Antonio Briere
Suellen Ribeiro da Silva Scarton
Célia Cristina Leme Beu

DOI 10.22533/at.ed.4042024061621

CAPÍTULO 22 235

ESTUDO MORFOMÉTRICO E ESTEREOLÓGICO EM PLACENTAS DE RATAS COM DIABETES MELLITUS GESTACIONAL INDUZIDO POR ESTREPTOZOTOCINA

Raquel de Mendonça Rosa-Castro

Izadora Renosto

Euro Marques Junior

DOI 10.22533/at.ed.4042024061622

CAPÍTULO 23 249

RELAÇÃO ENTRE AGROTÓXICOS E CÂNCER: UMA ANÁLISE DO GLIFOSATO

Júlio César Silva de Souza

Tatianny de Assis Freitas Souza

DOI 10.22533/at.ed.4042024061623

CAPÍTULO 24 261

ESTUDO DAS ALTERAÇÕES TÍMICAS RELACIONADAS COM A IDADE DURANTE A INFECÇÃO POR *TRYPANOSOMA CRUZI*

Rafaela Pravato Colato

Vânia Brazão

Fabricia Helena Santello

Andressa Duarte

José Clóvis do Prado Jr.

DOI 10.22533/at.ed.4042024061624

CAPÍTULO 25 272

O POLIMORFISMO DO GENE GSTM1 EM PACIENTES COM ATEROSCLEROSE

Isabela Barros Lima

Andreia Marcelino Barbosa

Iasmim Ribeiro da Costa

Ulisses dos Santos Vilarinho

Lilian Castilho de Araújo Gianotti

Débora Acyole Rodrigues de Moraes

Kátia Karina Verolli de Oliveira Moura

DOI 10.22533/at.ed.4042024061625

CAPÍTULO 26 279

SÍFILIS GESTACIONAL: DESAFIOS ENFRENTADOS POR ENFERMEIROS E AGENTES COMUNITÁRIOS DE SAÚDE DA ATENÇÃO PRIMÁRIA

Mary Kathleen Marques Xavier

Tarciana Alves Menezes

Daniela de Aquino Freire

Thaís da Silva Oliveira

Juliana da Rocha Cabral

Andreza Cavalcanti Vasconcelos

Martha Sthefanie Borba Costa

Viviane de Souza Brandão Lima

DOI 10.22533/at.ed.4042024061626

CAPÍTULO 27 289

OCORRÊNCIA DE FORAMINIFERA (PROTOCTISTA, GRANULORETICULOSA) NA PRAIA DE ITAGUÁ, UBATUBA, SP

Paulo Sergio de Sena
Ana Paula Barros de Jesus

DOI 10.22533/at.ed.4042024061627

CAPÍTULO 28 295

INTERAÇÃO DE LECTINAS DE TOXOPLASMA GONDII COM RECEPTORES DO TIPO TOLL DE CÉLULAS NATURAL KILLER

Irislene Simões Brigo
Cássia Aparecida Sebastião
Cristina Ribeiro de Barros Cardoso
Maria Cristina Roque Antunes Barreira
Camila Figueiredo Pinzan

DOI 10.22533/at.ed.4042024061628

SOBRE O ORGANIZADOR..... 297

ÍNDICE REMISSIVO 298

SINCRONIZAÇÃO DE RITMOS DIÁRIOS EM POPULAÇÕES DE FORMIGAS SAÚVA (*Atta sexdens*)

Data de aceite: 18/06/2020

Mila Maria Pamplona Barbosa
Bruna Rezende Malta de Sá
Gisele Akemi Oda
André Frazão Helene

RESUMO: Compreender a ritmicidade biológica de insetos eussociais é um desafio, tanto considerando a escala individual quanto coletiva (contexto da colônia). O surgimento da ritmicidade, portanto, está sujeito a fenômenos de sincronização externa, devido à ciclicidade ambiental, bem como à sincronização interna do indivíduo e da colônia, devido à complexidade de suas interações sociais. Formigas do gênero *Atta* (saúvas) se caracterizam principalmente pelo corte de folhas e o forrageamento em larga escala. O presente trabalho visa a caracterizar a ordem temporal interna de uma colônia, utilizando softwares de registro e análise da atividade de forrageamento. Uma colônia foi mantida em uma caixa de plástico com acesso a três outras caixas: uma contendo alimento (*Acalipha* sp.), outra servia de depósito de lixo da colônia, enquanto a terceira estava vazia. Foram analisados os efeitos do ciclo de claro/escuro e da variação de comprimento da trilha de forrageamento. Todos os experimentos piloto realizados neste trabalho envolveram

uma aclimação de 10 dias antes do início das filmagens, com a colônia exposta a um ciclo de CE 12:12, com 500 lux na fase de claro e luz vermelha constante, permitindo gravações na fase de escuro. Foram gravados vídeos de 2 minutos por hora a cada hora durante 3 dias (temperatura = 23°C e umidade = 60%). A alimentação foi aleatória. Foi observado em todos os experimentos a presença de forrageamento da colônia tanto na fase de escuro quanto de claro, sendo essa atividade muito mais intensa durante a de escuro. Observou-se também que a densidade de fluxo de formigas é influenciada pelo comprimento da trilha, com trilhas mais curtas apresentando fluxos mais intensos do que as trilhas mais longas. Assim, abrem-se novas possibilidades de investigação, relacionadas à dessincronização e ressincronização interna da colônia, e o quanto esses fenômenos podem influenciar o forrageamento e sua produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: Formigas cortadeiras, softwares, ritmos biológicos

DAILY SYNCHRONIZATION IN POPULATIONS OF LEAF-CUTTER ANTS (*Atta sexdens*)

ABSTRACT: Understanding social insects' biological rhythms is a challenge, considering both the individual scale as the collective one (the colony context). The emergence of those

rhythms, in both these scales, involves external synchronization (thanks to environmental cycles), but also the individual and the colony internal synchronization, according to the complexity of their social interactions. Atta ants are characterized by their leaf-cutting activity and their huge and impressive foraging activity. The present work aims to characterize the internal temporal order of a colony, using recording and analysis software developed by our laboratory. This software inspects automatically videos of the foraging trail. A colony was kept in a plastic box with access to three trails that connect her to three other boxes. The first box contained food (*Acalipha* sp.), the second one worked as the colony waste, and the third one remained empty. A webcam recorded the activity of the foraging trail. All the pilot experiments realized in this project involved an acclimation of 10 days before the recording began, with LD 12:12 (500 lux in the light phase) and constant red light that allowed us to record during the dark phase. We recorded one video (2 minutes) per hour for three days. The temperature was kept at 23°C and the humidity was 60%. Food replenishment was random. We have observed in all of our experiments the presence of foraging activity in both the dark and light phases, but it was much more intense during the dark phase. We have also observed that the ant's flow is influenced by the trail length as bigger flows were found in shorter trails. These results open new investigation possibilities, related to the colony's internal desynchronization and resynchronization and how much these phenomena may influence the colony productivity and their foraging activity.

KEYWORDS: Leaf-cutter ants, software, biological rhythms

1 | INTRODUÇÃO:

A) Ritmicidade biológica

Ao longo da evolução, os organismos desenvolveram a capacidade de antecipar mudanças ambientais de natureza cíclica e esse tem sido um aspecto importante para a sua regulação homeostática (Pittendrigh, 1993). Compõe tal característica adaptativa o desenvolvimento da ritmicidade endógena a partir de ação de osciladores, bem como da capacidade de sincronização destes com os ciclos ambientais, a partir do acoplamento da ritmicidade endógena. Uma vez que a regularidade de eventos ambientais se dá nas mais diversas escalas de tempo, também a sincronização dos organismos seguem tais padrões, com processos que podem ser desde de curta duração até processos de escalas anuais, sempre de acordo com a ciclicidade do meio e a história evolutiva das linhagens biológicas. Nesse contexto, destacam-se os ritmos circadianos (com períodos próximos a 24h), que estão sujeitos à sincronização por ciclos ambientais como o claro-escuro, passando a ter períodos de 24h e sendo chamados de ritmos diários (Aschoff, 1979; Pittendrigh, 1993 and Bloch, 2013). Vale ressaltar que a organização temporal biológica se dá através de diferentes formas, indo desde mecanismos celulares, até comportamentais.

B) Formigas cortadeiras e Atta

Pouco se compreende do processo que envolve o acoplamento de osciladores dentro de um sistema até a emergência do ritmo biológico final visto no organismo. É nesse contexto

que se destacam os estudos cronobiológicos que envolvem insetos sociais. Insetos sociais são grupos de insetos que se organizam na forma de colônias, como os cupins, abelhas, vespas e as formigas. Nesses grupos, caracterizados pela eussocialidade (Wilson, 1971), encontramos uma divisão do trabalho reprodutivo, de modo que existe uma classe capaz de se reproduzir e outra infértil, bem como a divisão do trabalho correspondente às demais tarefas da colônia. Assim, a classe infértil (operárias) se divide em subcastas com funções específicas dentro da colônia.

Uma colônia de insetos sociais pode possuir de centenas a milhões de indivíduos, valendo ressaltar que a sobrevivência individual depende do pertencimento à colônia, da mesma forma que a sobrevivência depende do funcionamento organizado dos indivíduos (Figura 1). É justamente por existirem aspectos individuais e aspectos coletivos que esses sistemas podem ser considerados complexos, podendo também ser vistos como “superorganismos”. Esses sistemas são, portanto, excelentes objetos de estudo para os processos envolvidos na emergência de ritmos biológicos que se dá através da sincronização, já que nos permitem investigar a sincronização diária externa devido aos ciclos ambientais (claro/escuro), além da sincronização interna, devido às interações sociais (Southwick and Moritz, 1987; Moritz and Sakofski, 1991) (Figura 1). Diante desses aspectos, diversos são os estudos cronobiológicos realizados em abelhas (Frisch and Koeniger, 1994; Moore 2001, Bloch et al., 2001; Toma et al., 2000; Bloch and Robinson, 2001), de modo que poucos estudos foram realizados com colônias de formigas.

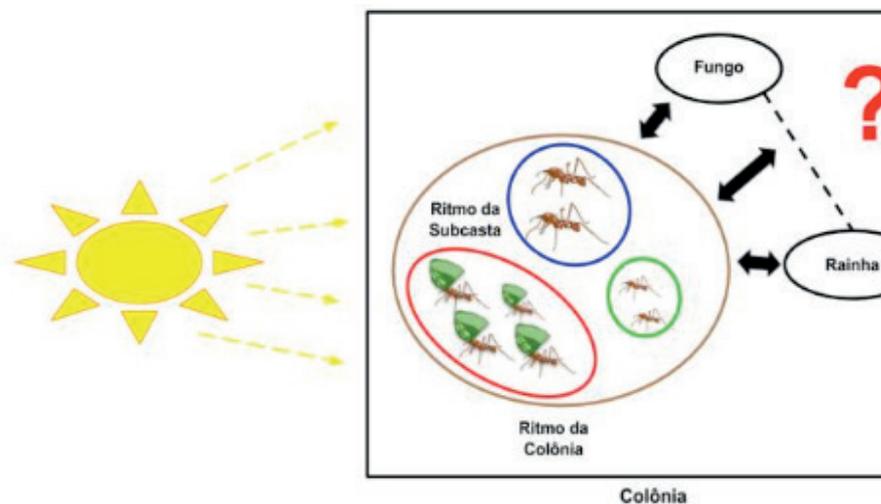


Figura 1: Esquema ilustrando as possíveis relações envolvidas na sincronização de uma colônia de formigas cortadeiras. Os ritmos individuais emergem em ritmos das subcastas, e estes emergem como ritmo da colônia.

A despeito de sociedades de formigas oferecem uma excelente oportunidade de ampliação de estudos comparativos (McCluskey 1958; 1965; Roces and Nunez 1996), dois aspectos principais atribuem bastante dificuldade à tarefa de registro. O primeiro é o número muito grande de indivíduos, uma vez que colônias de formigas cortadeiras podem chegar a milhões de organismos. O segundo é a variedade de tamanhos entre as formigas, visto que diversas espécies apresentam polimorfismo (Figura 2), possuindo indivíduos de milímetros

de tamanho até indivíduos de alguns centímetros.

Diante desses desafios, os estudos da ritmicidade, em formigas, têm sido feitos de forma exclusiva em indivíduos (Sharma et al., 2004) ou em grupos (McCluskey 1965, 1967), frequentemente isolados do contexto da colônia. Tal abordagem, apesar de ser prática, ignora um dos aspectos fundamentais da regulação de uma colônia: a existência da organização coletiva e individual serem indissociáveis nos processos regulatórios.

Alguns trabalhos mais recentes têm explorado a ritmicidade a nível molecular, dos genes de relógio presentes nos osciladores circadianos localizados no cérebro das formigas (Ingram et al., 2009, Kay et al., 2018). Nesse sentido, apesar dos grandes avanços realizados no estudo da organização espacial das sociedades de formigas (Clark, 2006), pouco ainda se sabe sobre a organização temporal de sua atividade e de seus distintos aspectos individuais e coletivos, especialmente importante nestes organismos eussociais, já que a eussocialidade é um aspecto fundamental para tratar da organização das formigas.

As formigas *Neoattini* (pertencente à tribo Attini), com os gêneros *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns), são conhecidas como cortadeiras e têm uma alta distribuição em áreas neotropicais. Caracterizam-se pelo cultivo de um jardim de fungo, corte de folhas, forrageamento em larga escala e colônias que podem chegar a milhões de indivíduos. Particularmente, as espécies do gênero *Atta* apresentam ainda um polimorfismo gradual entre as suas subcastas (Weber, 1972 e Wilson, 1980). Assim, formigas maiores estão associadas geralmente a tarefas de defesa da colônia, enquanto formigas menores tendem a ser responsáveis por tarefas internas ao ninho, como trazer água para a colônia. O forrageamento, portanto costuma estar relacionado às formigas intermediárias (Wilson, 1980) (Figura 2). Vale ainda ressaltar a dinâmica dessa divisão de trabalho entre as subcastas, que não é determinística, podendo haver variação da função de um indivíduo de acordo com as necessidades da colônia. Em nosso laboratório, foi observado ainda que as formigas maiores e intermediárias tendem a sofrer maior influência dos ciclos ambientais diários, uma vez que executam tarefas fora do ninho, estando mais expostas às variações ambientais (Toledo, 2014).



Figura 2: Polimorfismo em *Atta sexdens*. A figura apresenta a variação gradual de tamanho entre as castas. Os dois maiores indivíduos consistem na casta reprodutiva, representando uma rainha e uma rainha virgem

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/7d/Atta.cephalotes.gamut.selection.jpg/220px-Atta.cephalotes.gamut.selection.jpg>

C) Desenvolvimento de softwares de contagem

Nosso grupo vem desenvolvendo ferramentas de análise de trilhas de forrageamento de formigas através de “vídeo-tracking”, permitindo a discriminação de tamanho e monitoramento de uma população da ordem de 10 mil indivíduos. Esses softwares utilizam técnicas de *machine learning e deep learning* a fim de automatizar a contagem de altos fluxos de formigas nas trilhas de forrageamento, sendo portanto uma ferramenta importantíssima para os estudos com esse tipo de sistemas, possibilitando a investigação mais profunda de aspectos temporais a nível de colônia (Toledo, 2014).

Os principais desafios referentes ao uso desse tipo de ferramenta envolvem a detecção de objetos. Nesse caso, é preciso fazer com que o computador reconheça o objeto (formiga) e seja capaz de acompanhá-lo durante todo o vídeo, contabilizando-a nas contagens de fluxo. Contudo, a trilha de forrageamento é um ambiente complexo que envolve diversos elementos distintos ainda que no contexto do laboratório. Na trilha temos formigas de diversos tamanhos e funções, como aquelas que buscam ou carregam folhas, bem como aquelas que retiram obstáculos (“lixo”) da própria trilha. Além disso, o fluxo de formigas pode ser muito elevado em alguns instantes, especialmente em momentos de alimentação da colônia. Diante disso, o software precisa ser treinado para reconhecer as formigas em diferentes contextos de quadros na imagem do vídeo. É justamente no desenvolvimento desse tipo de ferramenta que parte do presente trabalho se desenvolveu.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A) Colônia

Em nossos experimentos, foi utilizada uma colônia da espécie *Atta sexdens* (Forel, 1908), com aproximadamente 10 mil indivíduos. Conhecida como saúva-limão, essa espécie possui alta distribuição por todo o Brasil.

B) Experimentos

Foram realizados três experimentos, todos na mesma estação (verão). O primeiro deles consistia no Piloto de Trilha Longa, o qual possuía comprimento da trilha de forrageamento de 2m, e os demais utilizavam uma canaleta de 1m para a mesma trilha, sendo, portanto, chamados de Pilotos de Trilha Curta I e II. Todos eles envolveram a mesma colônia e seguiram os protocolos descritos nesta seção.

C) Arranjo experimental

A colônia foi mantida em uma caixa de plástico hexagonal (C), com 23cm de aresta, com acesso a três canaletas também de plástico (trilhas) (Figura 3). As canaletas 1, 2 e 3 conectam a colônia a outras caixas de plástico hexagonais, com 23cm de aresta. Em uma delas ficaram disponíveis folhas de *Acalipha* sp, acrescidas de água com sacarose (C1), a outra ficou disponível para o depósito de lixo da colônia (C2). A terceira canaleta leva a uma caixa vazia, a fim de oferecer mais possibilidades de circulação para as formigas (C3). O

comprimento da trilha 1 e 2 foi de 35 centímetros, enquanto o da trilha 3 variou conforme o experimento piloto. Ao longo da canaleta 1 foi posicionada uma câmera webcam (modelo C920, logitech) para gravações.

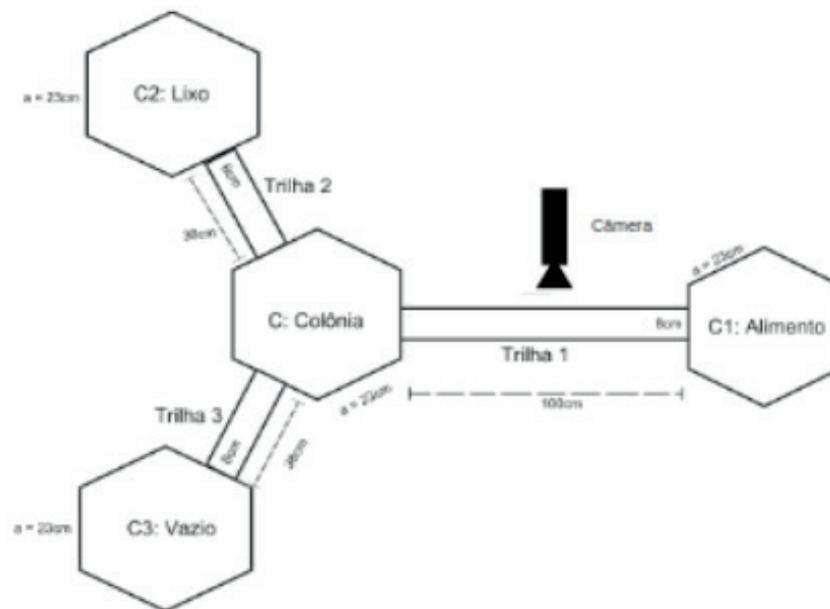


Figura 3: Esquema do aparato com três trilhas saindo da colônia. A primeira leva ao alimento, a segunda leva ao lixo e a última leva à caixa vazia.

Antes dos experimentos (Figura 4), a colônia estava ambientada em um biotério com janela. Dessa forma, para que ocorresse sua aclimatação, ela foi realocada para uma sala de experimentos (sem janela) durante 10 dias antes do início das filmagens, com as mesmas condições ambientais do experimento. Durante todos os três experimentos (cada um com 10 dias de aclimatação e mais 3 dias de filmagem), a colônia foi exposta a um ciclo de CE 12:12, com 500 lux na fase de claridade, garantido por um temporizador que acendia às 6h da manhã e apagava às 18h todos os dias. A luz vermelha foi mantida constante durante o experimento, uma vez que ela permite filmagens noturnas. A temperatura ambiente foi mantida constante em 23°C e a umidade em torno de 60%. Já a alimentação, a qual se deu com folhas de *Acalipha* sp. e água com sacarose, ocorreu uma vez ao dia, em horários aleatórios sorteados através do site random.org. Esse procedimento foi adotado a fim de se mitigar os possíveis efeitos de antecipação de horários de alimentação por parte das formigas.

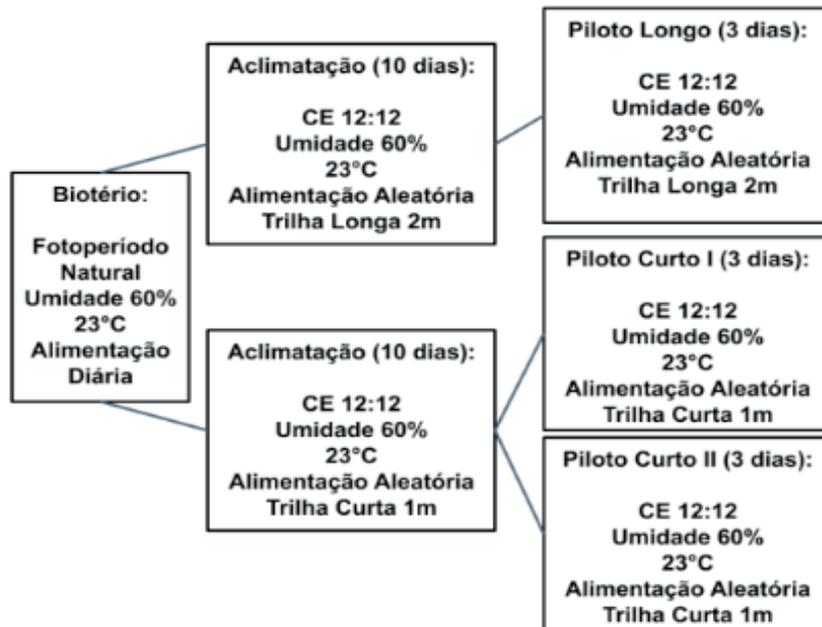


Figura 4: Condições da colônia em cada uma das fases de experimento.

D) Registro de atividade

As filmagens realizadas ao longo do dia foram programadas por meio de um software de filmagem desenvolvido no próprio laboratório. Esse software permitia o estabelecimento de ciclos de filmagens. Assim, foi gravado um vídeo de 2 minutos a cada hora durante 3 dias (72h). As filmagens foram analisadas por um software de contagem manual de formigas, também desenvolvido no próprio laboratório, em Python. Esse software é comumente utilizado na validação de contadores automáticos de formigas que funcionam a base de video-tracking de formigas (Toledo, 2014, 2018). Desse modo, o Contador Manual era capaz de rodar as filmagens, em velocidade normal do vídeo ou *frame a frame*. Ele também permite posicionar uma linha ao centro do vídeo, de modo que toda vez que uma formiga cruzava essa linha, ela era contada. Formigas indo em direção ao alimento eram contadas como *up* e formigas indo em direção ao ninho eram contadas como *down* (Figura 5).

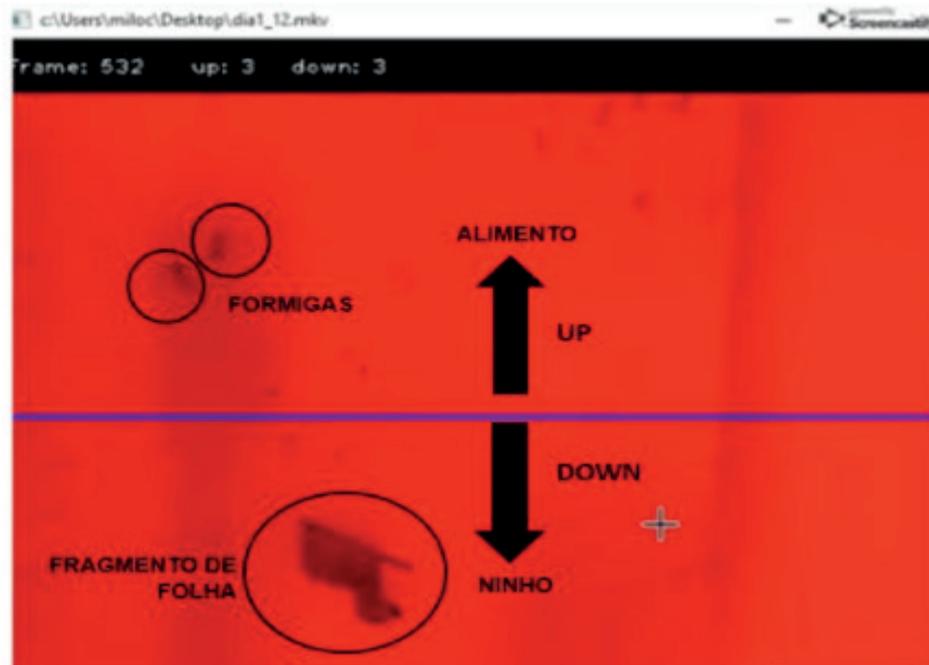


Figura 5: Imagem representativa da tela do Software de contagem manual rodando um vídeo noturno. As setas indicam a direção dos destinos da trilha. Os círculos discriminam elementos presentes no vídeo.

Além do software de Contagem Manual, também utilizamos um software de Contagem Automática também desenvolvido em nosso laboratório. Esse utiliza princípios de detecção de objetos para fazer “*tracking*” das formigas. Dessa forma, ao rodar um vídeo de experimento, esse software é capaz de reconhecer as formigas presentes, acompanhando sua trajetória e contabilizando-a assim que ela sai do *frame* do vídeo. Essa ferramenta é muito poderosa para a análise de trilhas de forrageamento de colônias com grande número de indivíduos, como as de saúva. O Contador Automático retorna para cada vídeo um arquivo .txt com o número de formigas *up* e *down* (assim como o Contador Manual), bem como os *frames* do vídeo em que cada uma das formigas foi contabilizada.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A) Contagens Manuais e Automáticas

Uma vez que o software de Contagem Automática ainda é uma ferramenta em desenvolvimento, os resultados obtidos com essa ferramenta são apresentados aqui apenas com o objetivo de comparação com as contagens manuais (Figura 6). Acreditamos que para esses experimentos, o Contador Automático teve uma performance muito baixa, apresentando muita dificuldade para realizar o “*tracking*” das formigas especialmente nos vídeos noturnos e vídeos com muitas formigas. Acreditamos que isso também seja resultado da qualidade dos vídeos, uma vez que muitas vezes acumularam-se fragmentos de folhas e lixo da colônia (cadáveres de outras formigas) no trecho da trilha que era filmado. Nesse tipo de vídeo, o software de Contagem Automática costuma apresentar um grande índice de erro,

uma vez que existem muitos outros objetos na imagem diferentes de formigas realizando forrageamento. Ainda assim, consideramos importante a continuidade do desenvolvimento desse tipo de ferramenta, uma vez que ela pode permitir muitos outros experimentos com colônias de formigas com dezenas de milhares de indivíduos.

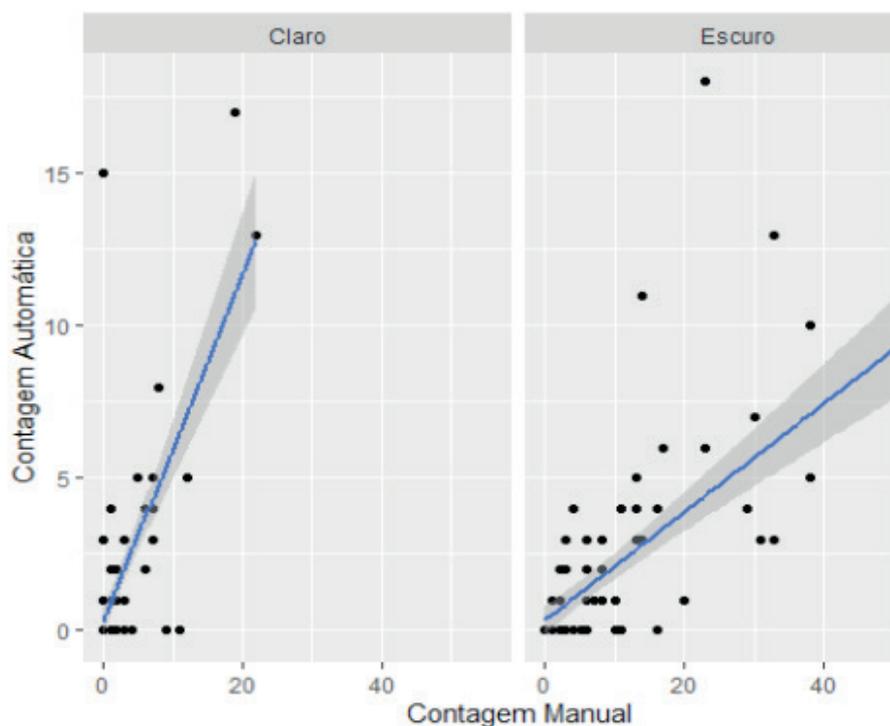


Figura 6: Relação das contagens manuais e automáticas para as fases de claro e de escuro. Note que no escuro a taxa de erro da contagem automática é muito alta.

Os resultados obtidos e utilizados na análise estatística se referem apenas às Contagens Manuais, devido à grande taxa de erro do Contador Automático. Para cada um dos três experimentos foi contabilizado o número de formigas encontradas nas fases de claro e escuro em cada um dos dias de filmagem (Figura 7), através do software de Contagem Manual. Foram analisados 212 vídeos, uma vez que 4 arquivos de vídeos do Piloto Longo estavam corrompidos.

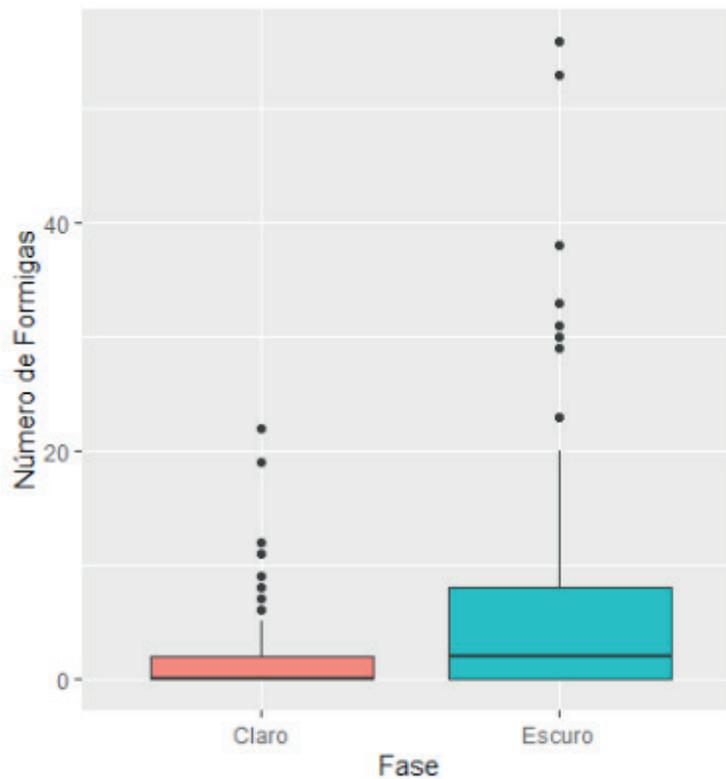


Figura 7: Boxplots das contagens automáticas de formigas na fase de claro e na fase de escuro para todos os experimentos.

No experimento piloto de trilha longa (Piloto Longo), encontramos uma maior quantidade de formigas na fase de escuro no primeiro e no segundo dia, enquanto no terceiro dia, havia mais formigas na fase de claro. Foram realizados dois experimentos pilotos de trilha curta: Pilotos Curtos I e II (Figura 8). Isso foi feito, uma vez que, durante o terceiro dia de filmagem do Piloto Curto I, o fungo da colônia apresentou um crescimento de aproximadamente quatro vezes, ainda que a colônia estivesse submetida a condições constantes como nos demais experimentos. Tal fenômeno indica um grande pico de atividade da colônia no período de filmagem, o que poderia de alguma forma enviesar os dados coletados. Diante disso, foi realizada uma réplica do experimento, na qual não ocorreu grande alteração do volume do fungo e a colônia manteve sua atividade aparentemente constante. No Piloto Curto I, observamos uma maior quantidade de formigas na fase de escuro durante todos os dias de experimento, com um grande pico de atividade na fase noturna das últimas 24h. Já no Piloto Curto II, encontramos mais formigas na fase de escuro apenas do primeiro e terceiro dias. No segundo dia, o total de formigas encontradas foi maior na fase de claro. Contudo, uma grande parte dessas formigas (34 de 40) foi encontrada nas duas últimas horas da fase de claro (entre as 16 horas e 17:59 horas), na qual ocorreu um evento de alimentação. Eventos de alimentação podem influenciar o ritmo de atividade de diversas espécies, uma vez que os ciclos de alimentação podem atuar como zeitgeber, agindo como sincronizadores de ritmos, assim como o ciclo de claro/escuro (Stephan, 2002, Mistlberger, 1994 e Terman, 1980). Este tipo de fenômeno é chamado mascaramento e corresponde a reações diretas dos organismos diante de estímulos (Aschoff, 1988). Este pode ter sido o motivo do maior número de indivíduos na trilha na fase de claro em detrimento da fase de escuro nesse dia.

Em ambos os experimentos piloto de trilha curta o fluxo de formigas foi maior do que no de trilha longa. O fluxo de formigas para cada uma das fases e dias de cada experimento encontra-se na Tabela I.

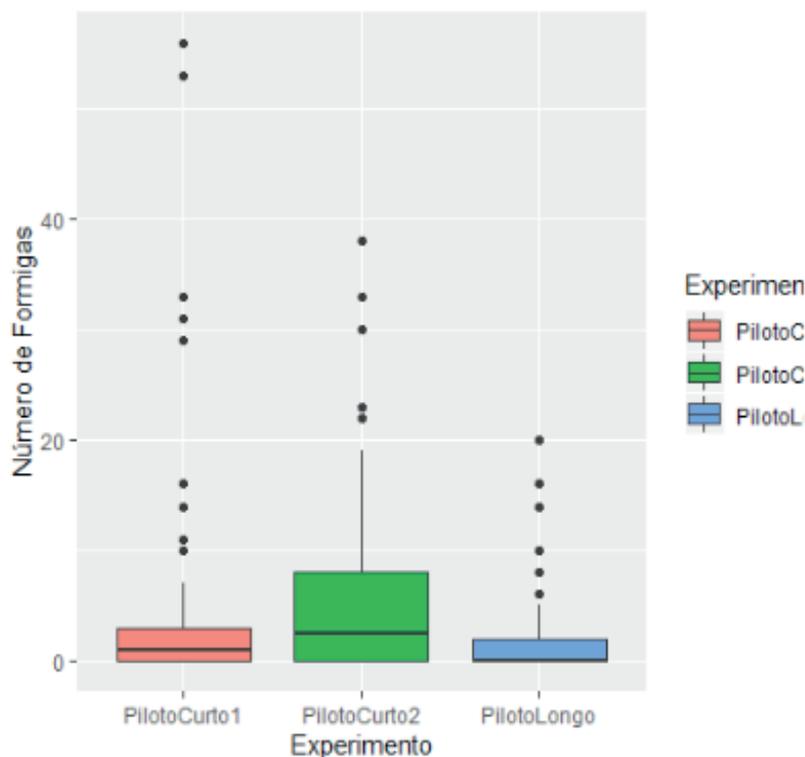


Figura 8: Boxplots mostrando as contagens automáticas de formigas para cada um dos três experimentos

Piloto Longo				
Fase	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Total
Claro	0,1677	1,5	0,8333	0,8333
Escuro	6,4167	2,4167	0,1667	3
Piloto Curto I				
Fase	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Total
Claro	1,3333	0,4167	0,9167	0,8889
Escuro	1,75	2,5833	21	8,4444
Piloto Curto II				
Fase	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Total
Claro	0,75	3,3333	6,9167	3,6667
Escuro	1,9167	3	22,3333	9,0833

Tabela I: Fluxo médio de formigas por hora para cada dia de experimento. A coluna 'Total' indica o fluxo de formigas para cada uma das fases agrupando os três dias de filmagem de cada experimento.

B) Análise estatística

A cronobiologia possui uma estatística muito específica, a qual se baseia em séries temporais periódicas e possui métodos diferentes para ritmos populacionais, do organismo e a níveis celulares ou moleculares (Refinetti, 2007). Para este trabalho foram utilizadas três tipos de análises: cálculo de periodograma baseado nas séries de Fourier, teste T e

análise de variância de duas vias. O cálculo do periodograma foi feito em Python, utilizando os histogramas de contagens de fluxos para construção das séries temporais. Foi realizada a construção dos periodogramas para cada um dos três experimentos, porém, graças ao n baixo, os resultados não apresentavam significado de grande relevância biológica. Esta análise não foi incluída nesta discussão, uma vez que exige um n muito maior que o obtido até aqui (maior que 30 dias de filmagens, por exemplo). O aumento do n irá se construir com a continuidade do experimento.

Usou-se uma Análise de Variância (ANOVA) de duas vias para se comparar os efeitos de grupo (comprimento da trilha: longa ou curta) e de fase (claro ou escuro). Nessa análise, encontramos que grupo e fase são fatores independentes (Figura 9). Considerando um valor p crítico de 0.05, encontramos valores significativos de p tanto para o fator grupo quanto para o fator fase, com $p = 0.006$ e $p = 0.008$, respectivamente. Tais valores indicam uma forte influência de ambos os fatores no fluxo de formigas. Para se complementar essas análises, foi feito um teste t avaliando os efeitos de fase para os três experimentos. Em todos eles também foram encontrados valores p significativos (Tabela II).

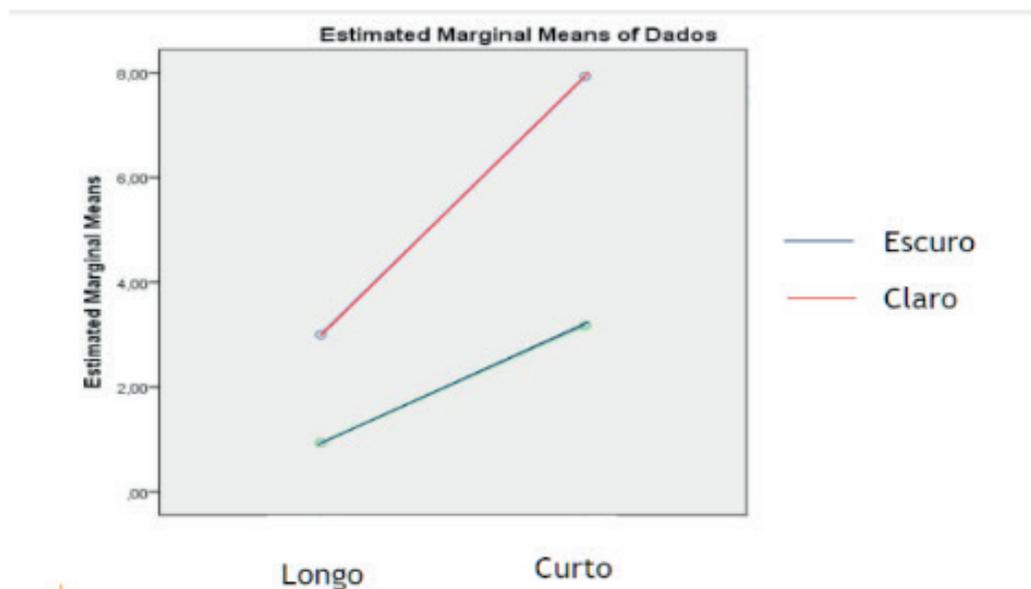


Figura 9: Gráfico da análise de variância de duas vias (grupo e fase). Note que a inclinação das retas revela que não há interação entre os fatores grupo e fase.

TESTE T	
Piloto Longo	0,0146
Piloto Curto I	0,0036
Piloto Curto II	0,0022

Tabela II: Valores p para diferença de fase (claro/escuro) para cada um dos experimentos piloto obtidos a partir do teste T.

Destacamos aqui que essas análises estatísticas não são as mais indicadas para avaliar esse tipo de questão, uma vez que, tipicamente, as contagens não apresentam distribuição normal - os dados se encaixam melhor em uma distribuição de Poisson (Figura 10); e que

o número de amostras para cada experimento (72) corresponde a um n muito pequeno. Uma vez que todos os resultados aqui divulgados se referem a experimentos iniciais, a continuidade dos experimentos possibilitará a solução dos problemas aqui encontrados.

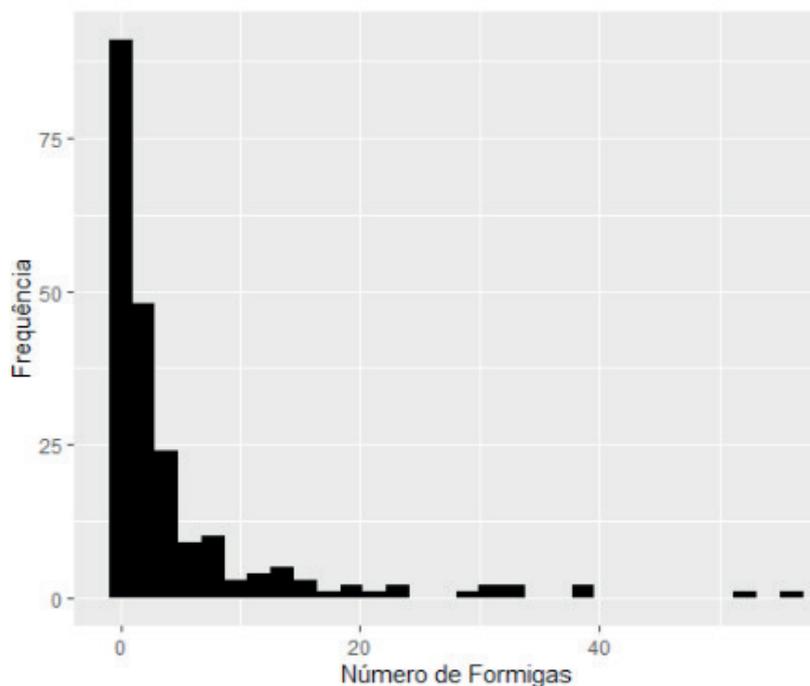


Figura 10: Histograma mostrando a frequência de contagens manuais para todos os experimentos.

4 | CONCLUSÕES

Diante do encontrado no presente trabalho, ressaltamos a importância do desenvolvimento do nosso software, bem como de softwares semelhantes, visto que os avanços computacionais em muito podem favorecer as descobertas científicas nesse tipo de sistema. Dessa forma, reduzir a taxa de erro no software de Contagem Automática é imprescindível para darmos continuidade aos estudos cronobiológicos que sucedem este trabalho.

A maior dificuldade em relação às análises dos resultados se deu devido à presença de muitos vídeos sem formigas. Não haver formigas em um vídeo de dois minutos daquela hora não significa necessariamente que não houve fluxo naquele intervalo de tempo. Dessa forma, é importante ajustar nosso protocolo experimental, aumentando o número de vídeos a cada hora ou aumentando a duração de cada vídeo. Uma vez que todos os resultados aqui apresentados correspondem a experimento pilotos e por isso, a experimentos de curta duração, faz-se necessária a ampliação do número de dias de experimento, permitindo maior número de afirmações sobre aspectos da organização temporal e da ritmicidade biológica desses organismos.

Assim como em trabalhos anteriores bem como em demais observações empíricas de nosso grupo, obtivemos que o fluxo de formigas é influenciado tanto pela fase do dia quanto pelo comprimento da trilha. Assim, mais formigas são encontradas na fase de escuro em

relação a fase de claro - podendo esse efeito ser minimizado por eventos de alimentação, bem como trilhas mais curtas tendem a apresentar maior fluxo de formigas em relação a trilhas mais longas. Esse aspecto é importante para protocolos experimentais futuros, especialmente naqueles que façam uso de ferramentas de software de video-tracking, uma vez que fluxos muito altos tendem a apresentar maiores taxas de erro de contagem para esse tipo de ferramenta.

5 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos especialmente ao Dr. Marcelo Arruda Fiuza de Toledo, pelo desenvolvimento das várias ferramentas utilizadas nesse trabalho e pela colaboração ao longo de todo o seu desenvolvimento. Apoio: PUB-Universidade de São Paulo

REFERÊNCIAS

Aschoff, J. (1979). **Circadian rhythms: influences of internal and external factors on the period measured in constant conditions**. *Zeitschrift fur Tierpsychology*. 49:225–249.

Aschoff, J. (1988). **Masking of Circadian rhythms by Zeitgebers as Opposed to Entrainment**. *Advances in the Biosciences* 73:149–161.

Bloch, G., Robinson, G.E., (2001). **Chronobiology: Reversal of honeybee behavioural rhythms**. *Nature*. 410, 1048.

Bloch, G., Toma, D.P., Robinson, G.E. (2001) **Behavioural rhythmicity, age, division of labor, and period expression in the honeybee brain**. *Journal of Biological Rhythms* 16:444–456.

Bloch, G., Barnes, B. M., Gerkema, M. P., & Helm, B. (2013). **Animal activity around the clock with no overt circadian rhythms: Patterns, mechanisms and adaptive value**. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1765).

Clark, E. (2006). **Dynamic matching of forager size to resources in the continuously polymorphic leaf-cutter and, *Atta colombica***. *Animal Cognition* 12: 21-30.

Frisch, B., Koeniger, N. (1994). **Social synchronization of the activity rhythms of honey bees within a colony**. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 35:91–98.

Ingram, K.K., Krummey, S., LeRoux, M. (2009) **Expression patterns of a circadian clock gene are associated with age-related polyethism in harvester ants, *Pogonomyrmex occidentalis***. *BMC Ecology* 9:7.

Kay, J., Menegazzi, P., Mildner, S., Roces, F., & Helfrich-Förster, C. (2018). **The Circadian Clock of the Ant *Camponotus floridanus* Is Localized in Dorsal and Lateral Neurons of the Brain**. *Journal of Biological Rhythms*, 33(3), 255–271.

McCluskey, E.S. (1958) **Daily rhythms in Male Harvester and argentine ants**. *Science* 128: 536-537.

McCluskey, E.S. (1965) **Circadian rhythms in male ants of five diverse species**. *Science* 150: 1037-1039.

- McCluskey, E.S. (1967) **Circadian rhythms in female ants, and loss after mating flight**. *Comparative Biochemistry and Physiology* 23:665-677.
- Mistlberger RE. (1994) **Circadian food-anticipatory activity: Formal models and physiological mechanisms**. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. V.18, n. 2, p. 171-195.
- Moore, D. (2001). **Honey bee circadian clocks: behavioral control from individual workers to whole colony rhythms**. *Journal Insect Physiology* 47:843–857.
- Moritz, R.F.A., Sakofski, F., 1991. **The role of the queen in circadian rhythms of honeybees (*Apis mellifera* L.)**. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 29, 361–365.
- Pittendrigh, C.S. (1993). **Temporal organization: reflections of a Darwinian clock-watcher**. *Annual Review of Physiology*. 55:17–54.
- Refinetti, R., Lissen, G.C., Halberg, F. (2007). **Procedures for numerical analysis of circadian rhythms**. *Biological Rhythm Research*. 38(4): 275–325
- Roces, F., Nunez, J.A. (1996) **A circadian rhythm of thermal preference in the ant *Camponotus mus*: masking and entrainment by temperature cycles**. *Physiological Entomology*. 21:138-142
- Sharma, V.K., Lone, S.R., Goel, A., Chandrashekar, M.K. (2004a) **Possible evidence for shift work schedules in the media workers of the ant species *Camponotus compressus***. *Chronobiology International* 21:297–308.
- Sharma, V.K., Lone, S.R., Goel, A., Chandrashekar, M.K. (2004b) **Circadian consequences of social organization in the ant species *Camponotus compressus***. *Naturwissenschaften* 91:386–390.
- Southwick, E.E., Moritz, R.F.A.. (1987). **Social synchronization of circadian rhythms of metabolism in honeybees (*Apis mellifera*)**. *Physiological Entomology* 12:209–221.
- Stephan FK. (2002). **The “Other” Circadian system: Food as a Zeitgeber**. *Journal of Biological Rhythms*. V.17, n. 4, p. 284-292.
- Terman M, Boulos Z (1980). **Food availability and daily biological rhythms**. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. V.4, n. 2, p. 119-131.
- Toledo, M.A.F. (2014). **Aspectos temporais da organização coletiva do forrageamento em formigas saúvas (*Atta sexdens rubropilosa*)**. [doi:10.11606/D.41.2013.tde-12062013-092212]. São Paulo: Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. Tese de Mestrado em Fisiologia Geral.
- Toledo, M.A.F. (2018). **Orientação espacial e comportamento coletivo em formigas saúvas**. [doi:10.11606/T.41.2018.tde-20092018-110950]. São Paulo: Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado em Fisiologia Geral.
- Toma, D.P., Bloch, G., Moore, D., Robinson, G.E. (2000). **Changes in period mRNA levels in the brain and division of labor in honeybee colonies**. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 97:6914–6919.
- Weber, N.A. (1972). **The Fungus-Culturing Behavior of Ants**. *American Zoologist*, v. 12, n. 3, p. 577-587.
- Wilson, E.O. (1971). **The insects societies**. [S.l.]: Cambridge, Massachusetts, USA, Harvard University Press [Distributed by Oxford University Press].
- Wilson, E.O. (1980). **Caste and Division of Labor in Leaf-Cutter Ants (*Hymenoptera: Formicidae: Atta*) II. Ther Ergonomic Optimization of Leaf Cutting**. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, v. 7, n. 2, p. 143-156.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aedes Aegypti 111, 112, 113, 114, 115

Agrotóxicos 60, 95, 97, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260

Anatomia foliar 16, 26

Antifúngicos 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 107, 108

Antimicrobiana 52, 54, 108, 192, 195, 197, 198, 199, 200, 203, 205, 206

Aprendizagem 29, 39, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 142, 150

Aterosclerose 272, 273, 274, 275, 276, 277

Atta 1, 2, 4, 5, 14, 15

B

Besouro 60, 61, 90

Botânica 26, 28, 30, 38, 40, 47, 58, 111, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 297

C

Caatinga 45, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 75, 77, 81, 83, 84, 85, 92, 95, 111, 112

Câncer 154, 170, 185, 188, 190, 211, 219, 249, 250, 251, 252, 254, 255, 258, 259, 277

Cárie dentária 192, 193, 194

Comunidade rural 55, 81, 83, 85

Conhecimento tradicional 9, 83, 84, 85, 90

Croton sp. 111, 112, 113

D

Diabetes 174, 175, 181, 182, 183, 235, 236, 237, 238, 239, 245, 246, 247, 248, 278

E

Educação básica 119, 127, 129, 139

Educação não formal 28

Endometriose 184, 185, 186, 190

Ensino de biologia 10, 116, 132, 139

Envelhecimento 153, 154, 155, 160, 161, 184, 190, 261, 262, 264, 265, 266, 267, 268

Estreptozotocina 235, 236, 237, 238, 241, 245

F

Foraminíferos 289, 291, 292, 293, 294

Formiga 5, 7, 89, 94

G

Gene 14, 55, 82, 165, 166, 167, 168, 172, 182, 224, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278

Germoplasma 41, 42, 43, 44, 45, 52, 53, 54, 55

Gestação 211, 237, 238, 241, 245, 263, 280, 282, 284, 286, 288

L

Lectinas 295

Lentinula edodes 235, 236, 237, 238, 239, 241, 242, 243, 244, 245, 246

Leucemia 166

M

Material didático 42, 127, 135, 138, 139

Meio ambiente 26, 44, 60, 85, 97, 112, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 150, 196, 212, 219, 250, 252, 254, 255, 257, 259

Mutação 165, 166, 167, 168, 170, 171, 189, 224, 227, 228

O

Obesidade 181, 230, 231, 232, 233, 234

Óleos essenciais 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 112

P

Pesticida 68

Pilosocereus gounellei 75, 76

Planta hospedeira 56, 59

Plataforma vibratória 230, 231, 232, 233, 234

Proteínas 152, 157, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 184, 185, 186, 188, 189, 194, 195, 196, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 228, 237, 239, 267, 295, 296

Protoctista 289, 290

Q

Qualidade da água 114

S

Saúde humana 97, 112, 253, 254

Saúde pública 211, 212, 219, 237, 250, 251, 254, 261, 269, 271, 272, 281, 288

Sementes 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 134

Sífilis 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288

Sistema imune 98, 100, 154, 263, 264, 265, 266, 267

Sustentabilidade 141, 142, 143, 144, 146, 149

T

Telômeros 155, 156, 157, 160, 185, 186, 188, 189, 190

Tolueno 209, 210, 211, 212, 213, 214, 216, 217, 218, 219

Toxoplasma gondii 295, 296

Trypanosoma cruzi 261, 262, 268, 269, 270, 271

U

Uncaria tomentosa 173, 175, 176, 177, 178, 180, 181

V

Vigna unguiculata 68

 **Atena**
Editora

2 0 2 0