

Ciências Biológicas Realidades e Virtualidades

Clécio Danilo Dias da Silva
(Organizador)



Ciências Biológicas Realidades e Virtualidades

Clécio Danilo Dias da Silva
(Organizador)



Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

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-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^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. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
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 Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
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. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
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. 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^a Dr^a Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^a Dr^a 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
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
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. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
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 Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Ciências biológicas: realidades e virtualidades

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Clécio Danilo Dias da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências biológicas: realidades e virtualidades / Organizador Clécio Danilo Dias da Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-551-8
DOI 10.22533/at.ed.518200511

1. Ciências Biológicas. I. Silva, Clécio Danilo Dias da (Organizador). II. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

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

APRESENTAÇÃO

Sabe-se que as Ciências Biológicas envolvem múltiplas áreas do conhecimento que se dedicam ao estudo da vida e dos seus processos constituintes, sejam essas relacionadas à saúde, biotecnologia, meio ambiente e a biodiversidade. As Ciências biológicas apresentam singularidades como campo de conhecimento e características próprias em relação às demais Ciências, exibindo características específicas em termos de objetos que estudam, objetivos que almejam, métodos e técnicas de pesquisa, linguagens que empregam, entre outros. Dentro deste contexto, o E-book “Ciências Biológicas: realidades e virtualidades” está organizado com 22 capítulos escritos por diversos pesquisadores do Brasil, resultantes de pesquisas de natureza básicas e aplicadas, revisões de literatura, ensaios teóricos e vivências no contexto educacional.

No capítulo “BACTÉRIAS ENTOMOPATOGÊNICAS COM POTENCIAIS DE CONTROLE BIOLÓGICO” Alves e colaboradores efetivaram uma revisão de literatura explicitando as principais bactérias com potenciais de controle biológico, buscando caracterizar suas particularidades e aplicações na agricultura. Cordeiro e Paulo em “DETERMINAÇÃO DOS DADOS DE COEFICIENTE DE PARTIÇÃO DA LINHAGEM BACTERIANA LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS ATCC 4356 NOS SISTEMAS AQUOSOS BIFÁSICOS, FORMADOS PELA DEXTRANA NATIVA E PELO PVA” apresentam no capítulo o emprego dos sistemas aquosos bifásicos utilizando poliacetato de vinila (PVA) e um exopolissacarídeo, identificado como dextrana, produzido pelo *Leconostoc pseudomesenteroides* R2, e verificaram que esta consiste em uma alternativa excelente de imobilização de células bacterianas para promover a encapsulação, protegendo os microorganismos das intempéries do ambiente.

Vila e Saraiva no capítulo “CONDIÇÕES FÍSICOQUÍMICAS PARA A PRODUÇÃO DE CAROTENÓIDES POR FLAVOBACTERIUM SP.” estudaram os fatores físico-químicos como a temperatura, fontes de carbono e nitrogênio e composição mineral na produção de carotenóides de um isolado antártico identificado como *Flavobacterium* sp. No capítulo “IMOBILIZAÇÃO DE FRUTOSILTRANSFERASE EM SÍLICA GEL E BUCHA VEGETAL PARA A SÍNTESE DE FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS” os autores apresentam a influência da temperatura de imobilização na velocidade e rendimento de imobilização de enzimas Frutosiltransferase extracelulares de *Aspergillus oryzae* IPT-301 imobilizadas em sílica gel, assim como a atividade recuperada e estabilidade destas enzimas imobilizadas em bucha vegetal.

Costa e colaboradores em “BIOPROSPECÇÃO DE FUNGOS AMAZÔNICOS PRODUTORES DE L-ASPARAGINASE EXTRACELULAR” realizaram uma bioprospecção através de fungos filamentosos produtores de Lasparaginase extracelular provenientes de solos Amazônicos da área territorial da cidade de Coari, Amazonas. No capítulo “TESTES DE SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE HIDROLASES DE INTERESSE BIOTECNOLÓGICO

DE FUNGOS FILAMENTOSOS DA AMAZÔNIA” Costa e colaboradores testaram diferentes resíduos agrícolas (cascas de castanha-do-pará, mandioca e banana) como substratos para produção de hidrolases por fungos filamentosos amazônicos no município de Coari, Amazonas.

De autoria de Fernandes e Colaboradores, o capítulo “DIVERSIDADE DE USO MEDICINAL DA FLORA EM UMA ÁREA DE CERRADO NA CHAPADA DO ARARIPE, NE, BR” realizaram um levantamento da diversidade de plantas medicinais em uma área de Cerrado na Chapada do Araripe, e investigaram a percepção da comunidade local sobre a aplicabilidade dessa flora em enfermidades e as epistemologias envolvidas nesses conhecimentos. Em “ETNOECOLOGIA: TRANSVERSALIDADE PARA A CONSERVAÇÃO DE ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS” Dutra e colaboradores desenvolveram um ensaio explorando a relevância da transversalidade entre a Etnoecologia e a Educação Ambiental para a conservação da biodiversidade de áreas naturais protegidas.

Albuquerque e colaboradores em “DESEQUILÍBRIOS AMBIENTAIS OCASIONADOS POR LIXEIRAS VICIADAS NA CIDADE DE MANAUS – AM” realizaram uma revisão da literatura com bases de dados especializadas sobre as problemáticas ambientais ocasionadas por lixeiras viciadas na cidade de Manaus – AM. De autoria de Almeida Júnior e colaboradores, o capítulo “RESISTÊNCIA AO TRIPES DO PRATEAMENTO ENNEOTHrips FLAVENS MOULTON (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) NOS GENÓTIPOS DO AMENDOINZEIRO ARACHIS HYPOGAEAL. ERETO” avaliaram a resistência aos tripés, a interação de genótipos e inseticida e o potencial produtivo de genótipos de amendoim.

No capítulo “AÇÃO DE BIOESTIMULANTES VIA TRATAMENTO DE SEMENTES PARA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE CUCURBITA MOSCHATA L.” Matsui e colaboradores avaliaram a emergência e desenvolvimento de plântulas de Cucurbita moschata provenientes de sementes tratadas com um bioestimulante e um extrato de algas. Veras e colaboradores em “LEVANTAMENTO DE FORMIGAS EM ÁREAS ANTROPOMORFIZADAS NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ, TERESINA – PI”, realizaram um levantamento dos gêneros de formigas encontradas em áreas antropomorfas, especificamente locais de alimentação, na Universidade Estadual do Piauí (UESPI), no campus Poeta Torquato Neto, Piauí.

Silva, Teixeira e Sesterheim em “INFLUÊNCIA DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL SOBRE A PRODUÇÃO DE RATOS LEWIS EM UM CENTRO DE PESQUISA” avaliaram a influência do enriquecimento ambiental nos índices zootécnicos de unidades reprodutivas de ratos Lewis. Em “PROCEDIMENTOS DA BIOLOGIA MOLECULAR UTILIZADAS PARA DESVELAR CRIMES” Aguiar e colaboradores apresentam os principais métodos que a biologia molecular e a genética forense dispõem para desvendar e entender os diversos tipos de crimes por intermédio dos marcadores moleculares.

Aguiar e colaboradores em “MÉTODO SOROLÓGICO E MOLECULAR DA TOXOPLASMOSE” discutem aspectos do diagnóstico sorológico e molecular da

toxoplasmose. Os autores ainda identificaram a importância do conhecimento sobre a infecção pelos profissionais de saúde, visto que o diagnóstico correto resulta da correlação das variáveis clínicas com a resultados de análises laboratoriais. Em “PROFISSIONAIS DOS CUIDADOS DE SAÚDE, DIGNIDADE HUMANA E BIOÉTICA” Rocha, Chemin e Meirelles efetivaram uma revisão bibliográfica apresentando a Bioética como uma ferramenta norteadora para compatibilizar as necessidades de pacientes e o respeito a profissionais dos cuidados de Saúde, também detentores de dignidade.

No capítulo “O JOGO COMO UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA EVOLUÇÃO VEGETAL” Fernandes e Souza Júnior analisaram a eficácia do jogo didático “Detetive – Evolução Vegetal” no processo de ensino-aprendizagem de estudantes do ensino fundamental de uma escola municipal de Ceará-Mirim, Rio Grande do Norte, observando a influência da estratégia didática utilizada para a compreensão da evolução das plantas através dos seus táxons: briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. Santos, Conceição e Sales no capítulo “JOGO “BINGO DA REVISÃO”: APLICAÇÃO DE INSTRUMENTO PEDAGÓGICO NAS AULAS DE CIÊNCIAS NUMA ESCOLA PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE ALAGOINHAS-BA” avaliaram a relevância do jogo “Bingo da Revisão” como uma atividade lúdica para melhoria da aprendizagem e instrumento de revisão para os discentes do ensino fundamental, na Escola Estadual Luiz Navarro de Brito, município de Alagoinhas, Bahia.

Maximo e Krzyzanowski Júnior no capítulo “AS REDES SOCIAIS NO PROCESSO DE BUSCA DE INFORMAÇÕES CIENTÍFICAS NO ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO DE CASO NAS AULAS DE MICROBIOLOGIA” fizeram um levantamento e verificaram os tipos de fontes que estão sendo utilizadas pelos estudantes da educação básica nas pesquisas sobre assuntos científicos, com ênfase em temas da microbiologia. No capítulo “A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: EM BUSCA DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA” Souza e colaboradores apresentam um relato de experiência de ex-bolsistas do PIBID/UESC-Biologia sobre o desenvolvimento de uma aula prática utilizando a metodologia experimentação com turmas do ensino fundamental em uma instituição da rede pública de Ilhéus, Bahia.

Em “DEMOCRATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO: A EXPERIÊNCIA DO PROJETO “SABERES DA MATA ATLÂNTICA” Agrizzi, Teixeira e Leite apresentam e discutem as iniciativas e os impactos alcançados pela proposta de popularização da ciência do projeto “Saberes da Mata Atlântica”, desenvolvido pelo grupo de pesquisa BIOPROS, da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Rodrigues e Sousa em “OBJETOS DE APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA E ENSINO DE BIOLOGIA: UMA ABORDAGEM SOBRE BIOMAS BRASILEIROS” investigaram alguns objetos de aprendizagem destinados ao ensino de Biologia, que realizam uma abordagem sobre os biomas brasileiros, analisando as abordagens dos conteúdos biológicos, com base em referenciais da área e em suas aproximações com documentos oficiais da educação brasileira, propondo sugestões sobre

suas possibilidades de utilização.

Em todos os capítulos, percebe-se uma linha condutora envolvendo diversas áreas das Ciências Biológicas, como a Microbiologia, Micologia, Biologia Celular e Molecular, Botânica, Zoologia, Ecologia, bem como, pesquisas envolvendo aspectos das Ciências da Saúde, Ciências Ambientais, Educação em Ciências e Biologia. Espero que os estudos compartilhados nesta obra contribuam para o enriquecimento de novas práticas acadêmicas e profissionais, bem como, possibilite uma visão holística e transdisciplinar para as Ciências Biológicas em sua total heterogeneidade e complexidade. Desejo a todos uma boa leitura.

Clécio Danilo Dias da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

BIOPROSPECÇÃO DE FUNGOS AMAZÔNICOS PRODUTORES DE L-ASPARAGINASE EXTRACELULAR

Ana Beatriz Pereira Lelis da Costa
Michel Nasser Corrêa Lima Chamy
Bianca Kynseng Barbosa da Silva Costa
Uatyla de Oliveira Lima
Amanda Farias de Vasconcelos
Ricardo Gomes de Brito
Alexandre Colli Dal Prá
Renato dos Santos Reis

DOI 10.22533/at.ed.5182005111

CAPÍTULO 2..... 15

TESTES DE SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE HIDROLASES DE INTERESSE BIOTECNOLÓGICO DE FUNGOS FILAMENTOSOS DA AMAZÔNIA

Bianca Kynseng Barbosa da Silva Costa
Michel Nasser Corrêa Lima Chamy
Ana Beatriz Pereira Lélis da Costa
Amanda Farias de Vasconcelos
Uatyla de Oliveira Lima
Alexandre Colli Dal Prá
Maria da Paz Félix de Souza
Ricardo Gomes de Brito
Renato dos Santos Reis

DOI 10.22533/at.ed.5182005112

CAPÍTULO 3..... 28

BACTÉRIAS ENTOMOPATOGÊNICAS COM POTENCIAIS DE CONTROLE BIOLÓGICO

Diego Lemos Alves
Lucas Faro Bastos
Mizael Cardoso da Silva
Gisele Barata da Silva
Alessandra Jackeline Guedes de Moraes
Ana Paula Magno do Amaral
Josiane Pacheco Alfaia
Alice de Paula de Sousa Cavalcante
Gledson Luiz Salgado de Castro
Gleiciane Rodrigues dos Santos
Fernanda Valente Penner
Telma Fátima Vieira Batista

DOI 10.22533/at.ed.5182005113

CAPÍTULO 4.....	42
DETERMINAÇÃO DOS DADOS DE COEFICIENTE DE PARTIÇÃO DA LINHAGEM BACTERIANA <i>LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS</i> ATCC 4356 NOS SISTEMAS AQUOSOS BIFÁSICOS, FORMADOS PELA DEXTRANA NATIVA E PELO PVA	
Vinícius Souza Cordeiro Elinalva Maciel Paulo	
DOI 10.22533/at.ed.5182005114	
CAPÍTULO 5.....	51
PHYSICOCHEMICAL CONDITIONS FOR CAROTENOIDS PRODUCTION BY <i>FLAVOBACTERIUM</i> SP	
Mara Eugenia Vila Veronica Saravia	
DOI 10.22533/at.ed.5182005115	
CAPÍTULO 6.....	56
IMOBILIZAÇÃO DE FRUTOSILTRANSFERASE EM SÍLICA GEL E BUCHA VEGETAL PARA A SÍNTESE DE FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS	
Sergio Andres Villalba Morales Larissa Lemos Faria Michelle da Cunha Abreu Xavier José Pedro Zanetti Prado Leandro da Rin de Sandre Junior Giancarlo de Souza Dias Elda Sabino da Silva Alfredo Eduardo Maiorano Rafael Firmani Perna	
DOI 10.22533/at.ed.5182005116	
CAPÍTULO 7.....	68
DIVERSIDADE DE USO MEDICINAL DA FLORA EM UMA ÁREA DE CERRADO NA CHAPADA DO ARARIPE, NE, BR	
Priscilla Augusta de Sousa Fernandes Alice Fernandes Gusmão Rosiele Bezerra da Silva George Pimentel Fernandes Ana Cleide Alcantara Morais-Mendonça Maria Arlene Pessoa da Silva Maria Flaviana Bezerra Morais-Braga	
DOI 10.22533/at.ed.5182005117	
CAPÍTULO 8.....	97
ETNOECOLOGIA: TRANSVERSALIDADE PARA A CONSERVAÇÃO DE ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS	
Elaine Sílvia Dutra Naiane Arantes Silva Júlio Miguel Alvarenga Bruno Araújo de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.5182005118	

CAPÍTULO 9..... 102

DESEQUILÍBRIOS AMBIENTAIS OCACIONADOS POR LIXEIRAS VICIADAS NA CIDADE DE MANAUS - AM

Klinger Amazonas da Silva Albuquerque
Leandro da Silva Lima
Ronildo Oliveira Figueiredo
Bruno da Costa Silva

DOI 10.22533/at.ed.5182005119

CAPÍTULO 10..... 111

RESISTÊNCIA AO TRIPES DO PRATEAMENTO *ENNEOTHrips FLAVENS* MOULTON (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) NOS GENÓTIPOS DO AMENDOINZEIRO *ARACHIS HYPOGAEA* L. ERETO

Joaquim Júlio Almeida Júnior
Katya Bonfim Ataides Smiljanic
Alexandre Caetano Perozini
Armando Falcão Mendonça
Edson Lazarini
Gustavo André Simon
Suleiman Leiser Araújo
Winston Thierry Resende Silva
Ricardo Gomes Tomáz
Vilmar Neves de Rezende Júnior
Victor Júlio Almeida Silva
Beatriz Campos Miranda
Adriel Rodrigues da Silva

DOI 10.22533/at.ed.51820051110

CAPÍTULO 11 124

AÇÃO DE BIOESTIMULANTES VIA TRATAMENTO DE SEMENTES PARA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE *CUCURBITA MOSCHATA* L

Victor Yoshiaki Matsui
Conceição Aparecida Cossa
Paulo Henrique Afonso do Vale Pinto
Maria Aparecida da Fonseca Sorace
Paulo Frezato Neto
Elizete Aparecida Fernandes Osipi
Ruan Carlos da Silveira Marchi
Leonardo Sgargeta Ustulin
Mauren Sorace

DOI 10.22533/at.ed.51820051111

CAPÍTULO 12..... 131

LEVANTAMENTO DE FORMIGAS EM ÁREAS ANTROPOMORFIZADAS NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ, TERESINA – PI

Iron Jonhson de Araujo Veras
Ana Paula Alves da Mata
Bruno Oliveira Silva

Lays Sousa do Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.51820051112

CAPÍTULO 13..... 140

INFLUÊNCIA DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL SOBRE A PRODUÇÃO DE RATOS LEWIS EM UM CENTRO DE PESQUISA

Fernanda Marques da Silva

Luciele Varaschini Teixeira

Patrícia Sesterheim

DOI 10.22533/at.ed.51820051113

CAPÍTULO 14..... 147

PROCEDIMENTOS DA BIOLOGIA MOLECULAR UTILIZADAS PARA DESVELAR CRIMES

Lília Maria Nobre Mendonça de Aguiar

Maria das Dores Ferreira Nobre

Jocireudo de Jesus Carneiro de Aguiar

Lulucha de Fátima Lima da Silva

Bruna Jaqueline Sousa Nobre

Fernanda Karolina Sanches de Brito

Domingas Machado da Silva

Luana Almeida dos Santos

Edson Alves Menezes Júnior

Dinalia Carolina Lopes Pacheco

Antenor Matos de Carvalho Junior

Rodrigo Ruan Costa de Matos

DOI 10.22533/at.ed.51820051114

CAPÍTULO 15..... 149

MÉTODO SOROLÓGICO E MOLECULAR DA TOXOPLASMOSE

Lília Maria Nobre Mendonça de Aguiar

Maria das Dores Ferreira Nobre

Jocireudo de Jesus Carneiro de Aguiar

Lulucha de Fátima Lima da Silva

Bruna Jaqueline Sousa Nobre

Fernanda Karolina Sanches de Brito

Domingas Machado da Silva

DOI 10.22533/at.ed.51820051115

CAPÍTULO 16..... 151

PROFISSIONAIS DOS CUIDADOS DE SAÚDE, DIGNIDADE HUMANA E BIOÉTICA

Marcelo Haponiuk Rocha

Marcia Regina Chizini Chemin

Jussara Maria Leal de Meirelles

DOI 10.22533/at.ed.51820051116

CAPÍTULO 17	163
O JOGO COMO UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA EVOLUÇÃO VEGETAL	
Carmem Maria da Rocha Fernandes Airton Araújo de Souza Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.51820051117	
CAPÍTULO 18	185
JOGO “BINGO DA REVISÃO”: APLICAÇÃO DE INSTRUMENTO PEDAGÓGICO NAS AULAS DE CIÊNCIAS NUMA ESCOLA PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE ALAGOINHAS-BA	
Leiliane Silva dos Santos Eltamara Souza da Conceição Maria José Dias Sales	
DOI 10.22533/at.ed.51820051118	
CAPÍTULO 19	194
AS REDES SOCIAIS NO PROCESSO DE BUSCA DE INFORMAÇÕES CIENTÍFICAS NO ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO DE CASO NAS AULAS DE MICROBIOLOGIA	
Shaila Regina Herculano Almeida Maximo Flávio Krzyzanowski Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.51820051119	
CAPÍTULO 20	206
A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: EM BUSCA DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	
Francisnaide dos Santos Souza Damião Wellington da Cruz Santos Célia Carvalho Almeida Aparecida Zerbo Tremacoldi	
DOI 10.22533/at.ed.51820051120	
CAPÍTULO 21	216
DEMOCRATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO: A EXPERIÊNCIA DO PROJETO “SABERES DA MATA ATLÂNTICA”	
Ana Paula Agrizzi Marcos da Cunha Teixeira João Paulo Viana Leite	
DOI 10.22533/at.ed.51820051121	
CAPÍTULO 22	230
OBJETOS DE APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA E ENSINO DE BIOLOGIA: UMA ABORDAGEM SOBRE BIOMAS BRASILEIROS	
Mirlana Emanuele Portilho Rodrigues Carlos Erick Brito de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.51820051122	

SOBRE O ORGANIZADOR	242
ÍNDICE REMISSIVO.....	243

CAPÍTULO 3

BACTÉRIAS ENTOMOPATOGÊNICAS COM POTENCIAIS DE CONTROLE BIOLÓGICO

Data de aceite: 01/10/2020

Data da submissão: 08/09/2020

Diego Lemos Alves

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/4202542830478566>

Lucas Faro Bastos

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0953596841200776>

Mizael Cardoso da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0868711895822283>

Gisele Barata da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/7941075213053812>

Alessandra Jackeline Guedes de Moraes

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/1929662872746023>

Ana Paula Magno do Amaral

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/3031266027733142>

Josiane Pacheco Alfaia

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/5286442594691074>

Alice de Paula de Sousa Cavalcante

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/6975802869007506>

Gledson Luiz Salgado de Castro

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/7980739792448566>

Gleiciane Rodrigues dos Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/4808482618610598>

Fernanda Valente Penner

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/9068170257486715>

Telma Fátima Vieira Batista

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/8251281115341075>

RESUMO: Diante do crescimento populacional e ao constante ataque de pragas nas lavouras,

existe um aumento na demanda por alimentos tanto em quantidade quanto em qualidade. Dessa maneira, alternativas para um cultivo mais produtivo e ao mesmo tempo sustentável são necessárias e têm sido bastante estudadas. Uma possibilidade, denominado controle biológico, consiste na utilização de organismos vivos para o controle de insetos pragas através de uso de inimigos naturais como predadores, parasitóides e microrganismos. No que se refere aos microrganismos, são bastantes promissores, uma vez que apresentam alta especificidade e não deixam resíduos no campo. Entre eles, destacam-se as bactérias entomopatogênicas que podem ser classificadas em esporulantes ou não esporulantes e que podem ser utilizadas de forma isolada ou integradas com outros métodos de controle. Assim, o presente trabalho de revisão tem como objetivo apresentar as principais bactérias com potenciais de controle biológico, buscando caracterizar suas particularidades.

PALAVRAS-CHAVE: Bactérias, Controle biológico, *Bacillus*, Toxinas.

ENTOMOPATOGENIC BACTERIA WITH POTENTIALS OF BIOLOGICAL CONTROL

ABSTRACT: In view of the population growth and the constant attack of pests in the crops, there is an increase in the demand for food both in quantity and in quality. Thus, alternatives for more productive and at the same time sustainable cultivation are necessary and have been extensively studied. One possibility, called biological control, consists of using living organisms to control insect pests through the use of natural enemies such as predators, parasitoids and microorganisms. With regard to microorganisms, they are very promising, since they have high specificity and do not leave residues in the field. Among them, we highlight the entomopathogenic bacteria that can be classified as sporulating or non-sporulating and that can be used in isolation or integrated with other control methods. Thus, the present review work aims to present the main bacteria with potentials for biological control, seeking to characterize their particularities.

KEYWORDS: Bacteria, Biological control, *Bacillus*, Toxins.

1 | INTRODUÇÃO

A agricultura moderna, apesar de em muitas localidades ser marcada por avanços tecnológicos, ainda apresenta perdas consideráveis por conta da ação de insetos praga. As culturas agrícolas são constantemente expostas e ou ameaçadas por pragas que afetam seu crescimento e qualidade posterior (LENGAI; MUTHOMI; MBEGA, 2019).

Conforme citam Bobrowski et al. (2003) existem perdas bilionárias com a redução da produtividade em virtude do ataque de insetos pragas e pelo custo gerado em defensivos agrícolas com o intuito de minimizar os danos, em nível mundial.

Neste contexto, a demanda por alimentos está aumentando à medida que as populações crescem e ganham riqueza para comprar dietas mais variadas e com uso intensivo de recursos (GARNETT et al., 2013). Dessa forma, se torna necessário buscar formas de aumentar a produção, no entanto, de uma maneira que seja equilibrada.

Atualmente, os inseticidas químicos ainda são bastante empregados para o controle

de pragas, o que tem se tornado um problema. Ribas & Matsumara (2009) citam que o acréscimo de volume de agrotóxicos utilizados acarreta em transtornos e modificações para o ambiente, exemplificando a contaminação das comunidades de seres vivos e acumulação nos segmentos bióticos e abióticos dos ecossistemas.

Uma das técnicas mais eficientes que pode ser utilizada para o controle de pragas de forma sustentável é o denominado controle biológico, que de acordo com van Leteren (2012) pode ser definido como o uso de um organismo para reduzir a densidade populacional de outro.

No controle biológico, predadores, parasitóides e patógenos atuam como agentes de controle natural, o qual podem controlar a população de insetos fitófagos em vários agroecossistemas (SILVA, 2000). Diante disso, a utilização de microrganismos como inseticidas biológicos é uma alternativa bastante viável.

A utilização de microrganismos no controle de insetos praga apresenta diversas vantagens. De acordo com Behle & Bithisel (2014) bioinseticidas têm uma vantagem ecológica sobre inseticidas químicos, porque os insetos específicos de pragas podem ser controlados por agentes biológicos com pouco ou nenhum efeito sobre outras plantas ou animais que habitam o mesmo ambiente.

Diversos microrganismos estão sendo usados como entomopatógenos, a exemplo de vírus, nematoides, bactérias e fungos. Dentre esses, bactérias tem apresentado um grande potencial e têm sido cada vez mais utilizadas. Assim, o presente trabalho de revisão tem como objetivo apresentar as principais bactérias com potenciais de controle biológico, buscando caracterizar suas particularidades.

2 | CARACTERÍSTICAS DE BACTÉRIAS ENTOMOPATOGÊNICAS

As bactérias são organismos microscópicos, unicelulares e procariontes, sendo a maioria heterótrofas e podem ou não apresentar flagelos (SILVA, 2000). Diante da diversidade de bactérias existentes, algumas apresentam patogenicidade contra insetos e podem ser utilizadas no controle biológico, o qual são denominadas bactérias entomopatogênicas.

Segundo De Bortoli & Jurat-Fuentes (2019) muitas espécies de bactérias entomopatogênicas compartilham patogênese semelhante caracterizada pela produção de múltiplos fatores de virulência, como proteínas inseticidas (PIs) distintas que têm um papel importante na letalidade.

Na classificação das entomopatogênicas, os critérios de Falcon são os mais viáveis para agrupar as bactérias em apenas duas categorias: esporulantes e não esporulantes (POLANCZYK; FIUZA; DE BORTOLI, 2011). Entre essas, destacam-se com maior importância à patologia de insetos as espécies das famílias Bacillaceae e Enterobacteriaceae (COSTA et al., 2009; POLANCZYK; FIUZA; DE BORTOLI, 2011).

A classificação de Falcon é de grande importância, uma vez que a produção de

esporos tem relação direta com a formação de cristais proteicos que causam a morte de diversos insetos. Assim, diversos produtos utilizando bactérias entomopatogênicas têm sido estudadas e desenvolvidas, gerando formulações que podem ser utilizadas no controle de insetos pragas.

3 | BACTÉRIAS ENTOMOPATOGÊNICAS ESPORULANTES

3.1 *Bacillus thuringiensis*

Bacillus thuringiensis foi descrito em 1915 na Alemanha, isolado a partir de traça de farinha (*Anagasta kuehniella*) (ANGELO; VILAS-BÔAS; GÓMEZ, 2010). É uma bactéria gram-positiva e entomopatogênica, aeróbica ou facultativamente anaeróbica, naturalmente encontrada no solo (BOBROWSKI et al., 2003). Atualmente, existem mais de 70 subespécies de *B. thuringiensis*, sendo as mais conhecidas as que produzem endotoxinas inseticidas tóxicas para as larvas de insetos lepidópteros, coleópteros ou dípteros (BERRY, 2012).

Bacillus thuringiensis mata insetos a partir da produção de cristais proteicos. De acordo com Martins, Vivan & Santos (2004) o cristal proteico de *B. thuringiensis* é produzido durante a esporulação e é o principal ingrediente ativo dessa bactéria. Esses cristais são formados por proteínas Cry, ou delta endotoxinas e por proteínas citolíticas (Cyt).

Bravo, Gill & Soberón (2007) citam que as proteínas Cry são especificamente tóxicas para Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera e nemátodos, enquanto as toxinas Cyt são encontradas principalmente em cepas de Bt ativas contra Diptera.

As delta endotoxinas são sintetizadas na forma de pró-toxinas que quando ingeridas pelo inseto são solubilizadas e convertidas proteoliticamente em fragmentos tóxicos de aproximadamente 650 aminoácidos (VALICENTE et al., 2000). Segundo o mesmo autor, esses fragmentos ligam-se especificamente, e com alta afinidade, a receptores proteicos na membrana das células epiteliais do intestino, criando poros na membrana celular. As toxinas ativadas se ligam a locais no intestino médio, causando lise celular, paralisia do intestino do inseto, e mortalidade em vários dias (ADANG, 1991).

Como consequência, determinados sintomas são característicos após a morte de insetos por bactérias. Conforme cita Silva (2000) ocorre o escurecimento do inseto e amolecimento do tegumento, além dos tecidos internos e órgãos serem decompostos, o qual adquirem uma consistência viscosa, havendo um super crescimento com grande número de bactérias.

3.2 *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (*bti*)

Bacillus thuringiensis israelensis é uma subespécie de Bt com grande potencial de uso. Por ser eficiente contra insetos vetores de doenças como mosquitos, a bactéria passou a ser usada principalmente em pesquisas na área da saúde.

Atualmente, a *Bti* é comercializada em larga escala para o controle de mosquitos

e borrachudos, e um grande número de produtos eficientes estão disponíveis no mercado (POLANCZYK; GARCIA; ALVES, 2003).

De acordo com Boyce et al (2013) Bti apresenta letalidade através da produção de proteínas tóxicas que são ingeridas por larvas suscetíveis, sendo as toxinas ativadas no intestino causando perturbações das membranas celulares e morte.

3.3 *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (btk)

Bacillus thuringiensis var. *kurstaki* é uma subespécie que é utilizada principalmente para controle biológico de insetos da ordem lepidóptera. Diante da sua eficácia, produtos à base dessa bactéria estão entre os principais comercializados. O produto à base de Bt com maior alcance no mercado mundial é o Dipel® (Bt *Kurstaki* HD-1) (GALZER; AZEVEDO FILHO, 2016).

Vários estudos têm utilizado essa variedade. Como exemplo, (BRIGHENTI et al., 2005), avaliou a eficiência do *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (*Berliner*) no controle de *Galleria mellonella* (*Linnaeus*), que são lepidópteros que fazem galerias nos favos produzidos por abelhas, o qual prejudica a produção de mel. Após utilização da formulação comercial de *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, uma das conclusões do estudo foi que o *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* aplicado via pulverização ou imersão dos favos ou incorporado à dieta dos insetos foi eficiente no controle de *Galleria mellonella*, demonstrando a efetiva aplicabilidade do produto.

Do ponto de vista comercial, o bioinseticida à base de BTK mais utilizado pode ser encontrado na formulação pó molhável (PM), com uma concentração de 32 g/kg (16.000 unidades internacionais de potência por mg, contendo um mínimo de 25 bilhões de esporos viáveis por grama) (BRIGHENTI et al., 2005).

3.4 *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* e var. *tenebrionis*

Bacillus thuringiensis var. *aizawai* é uma subespécie utilizada para controle de lagartas. Os produtos baseados no subsp Bt. *aizawai* foram e ainda são usadas para controlar espécies como Spodoptera sp. e outros insetos que não eram suscetíveis ao Bt subsp. *kurstaki* (NAVON, 2000).

Bacillus thuringiensis var. *tenebrionis* é uma subespécie de Bt, o qual foi isolada em 1982 a partir de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) (KRIEG et al., 1983). A bactéria produz cristal inseticida na esporulação e é utilizada no controle de coleópteros.

3.4.1 Utilização de Bt como bioinseticida

Com o aumento da demanda por produtos orgânicos devido à preocupação com a saúde e com a procura de diminuição de emissão de resíduos no meio ambiente, produtos biológicos têm sido cada vez mais demandados e biopesticidas à base de bactérias se incluem neste cenário, principalmente utilizando *Bacillus thuringiensis*.

Assim, a comercialização de bioinseticidas corresponde a cerca de 5% do mercado

mundial de pesticidas (ANGELO; VILAS-BÔAS; GÓMEZ, 2010). Vilas-Bôas, Peruca & Arantes (2007) afirmam que os produtos à base de Bt representam aproximadamente 90% do mercado mundial de agentes de controle de pragas microbianas e foram utilizados em grandes culturas, como algodão, milho, soja, batata, tomate, grãos armazenados e culturas florestais.

Além disso, a aplicação de *B.thuringiensis* é por volta de 13.000 toneladas por ano, gerando um mercado anual de 60 a 90 milhões de dólares (GITAHY et al., 2006).

De acordo com relatório da empresa de pesquisa e consultoria de mercado Markets and Markets (2020), é projetado que o mercado global de biopesticidas cresça a um CAGR (Taxa de crescimento anual composta) de 14,7%, de um valor estimado de US \$ 4,3 bilhões em 2020 para atingir US \$ 8,5 bilhões em 2025. Diante disso, inseticidas microbiológicos com *Bacillus thuringiensis* certamente terão um protagonismo ainda maior no mercado de bioinseticidas.

Quanto aos produtos, diversos à base de Bt são utilizados, entretanto, o Dipel, que tem como base *Bacillus thuringiensis kurstaki*, tem sido atribuído como destaque. De acordo com Lima (2010) essa estirpe foi selecionada para a produção do bioinseticida porque demonstrou toxicidade até 200 vezes superior às cepas utilizadas nos outros produtos comerciais. Atualmente existem 26 produtos à base de Bt registrados nos órgãos competentes que são demonstrados na tabela 1.

Produtos Comerciais	Fabricantes	<i>B. thuringiensis</i> (Bt)	Tipo de Formulação
Able	Mitsui	Bt	Suspensão Concentrada
Agree	Bio Controle	Bt <i>aizawai</i>	Pó molhável
Bac Control Max EC	Vectorcontrol	Bt <i>kurstaki</i>	Concentrado Emulsionável
Bac-Control Max WP	Vectorcontrol	Bt <i>kurstaki</i>	Pó Molhável
Bac-Control WP	Vectorcontrol	Bt <i>kurstaki</i>	Pó Molhável
BTControl	Simbiose	Bt <i>kurstaki</i>	Suspensão Concentrada
BTFERT	Micro Bio	Bt <i>kurstaki</i>	Suspensão Concentrada
BT-Turbo Max	Biovalens	Bt <i>kurstaki</i>	Suspensão Concentrada
Costar	Mitsui	Bt <i>kurstaki</i>	Granulado Dispersível
Crystal	Lallemand	Bt <i>thoworthy</i>	Suspensão Concentrada

Dipel	Sumitomo	Bt <i>kurstaki</i>	Suspensão Concentrada
Dipel ES-NT	Sumitomo	Bt <i>kurstaki</i>	Suspensão Concentrada
Dipel WG	Sumitomo	Bt <i>kurstaki</i>	Granulado Dispersível
Dipel WP	Sumitomo	Bt <i>kurstaki</i>	Pó Molhável
Helymax EC	Ballagro	Bt	Concentrado Emulsionável
BI2002/17	Ballagro	Bt	Concentrado Emulsionável
BI73.002/17	Ballagro	Bt	Concentrado Emulsionável
Javelin WG	Mitsui	Bt <i>kurstaki</i>	Granulado Dispersível
Ponto Final	União Química	Bt <i>kurstaki</i>	Suspensão Concentrada
Stregga EC	Vectorcontrol	Bt	Concentrado Emulsionável
Super-Bt	Simbiose	Bt <i>kurstaki</i>	Suspensão Concentrada
Tarik WP	Vectorcontrol	Bt <i>kurstaki</i>	Pó Molhável
Thuricide	Bio Controle	Bt <i>kurstaki</i>	XX - Outras
Thuricide SC	Mitsui	Bt <i>kurstaki</i>	Suspensão Concentrada
Winner Max EC	Vectorcontrol	Bt var. <i>kurstaki</i>	Concentrado Emulsionável
Xentari	Sumitomo	Bt var. <i>aizawai</i>	Granulado Dispersível

Tabela 1. Produtos comerciais à base de *Bacillus thuringiensis* utilizados para controle de pragas agrícolas.

Fonte: Agrofit, 2020 (Adaptado).

Outra aplicação bastante interessante tem sido a utilização de genes de *Bacillus thuringiensis* em culturas agrícolas e que tem obtido bastante sucesso. Como exemplo, os genes que codificam as toxinas Bt foram transferidos com sucesso para algodão, milho, soja e arroz conferindo resistência a pragas de insetos, levando a um benefício econômico significativo (BODE, 2009).

3.5 *Lysinibacillus sphaericus*

Além do *Bacillus thuringiensis*, outra bactéria que tem sido objeto de pesquisas

sobre controle de insetos, é a *Lysinibacillus sphaericus*. Antes classificada como *Bacillus sphaericus*, foi reclassificada para *Lysinibacillus sphaericus* através de estudo realizado por AHMED et al. (2007), que utilizou como base para a reclassificação dados quimiotaxonômicos e análises filogenéticas. Contudo, diversos trabalhos ainda citam como *Bacillus sphaericus*.

Bacillus sphaericus é uma bactéria que ocorre naturalmente, aeróbica, mesofílica e formadora de esporos, comumente isolada do solo (HU et al., 2008). Nos últimos 25 anos, muito interesse tem sido focado no isolamento de cepas de *B. sphaericus* principalmente por causa de seu potencial para uso como larvicidas de mosquitos (PARK; BIDESHI; FEDERICI, 2010). Essa bactéria apresenta elevada toxicidade e especificidade contra insetos da Ordem Diptera, especialmente contra as espécies dos gêneros *Culex* e *Anopheles* (FINKLER, 2014).

Segundo HU et al. (2008) devido a toxicidade contra larvas de mosquitos, são utilizadas em programas de controle para reduzir vetores de doenças, como malária, filariose e doenças arbovirais como febre amarela, dengue e Vírus do Nilo Ocidental).

A bactéria produz durante a esporulação toxinas binárias denominadas (Bin). O Bin é composto por duas proteínas, os componentes de ligação (BinB) e tóxico (BinA), que são necessários para suas propriedades mosquitocidas (OPOTA et al., 2008). Entretanto, existem linhagens de baixa atividade dessa bactéria que não contém a toxina Bin. Nesse caso, a atividade mosquitocida é devida a proteínas conhecidas como toxinas Mtx (toxinas mosquitocidas) que são sintetizadas durante o crescimento vegetativo (WIRTH et al., 2007).

Após a ingestão, as proteínas são liberadas no intestino médio das larvas e em mosquitos suscetíveis, se ligando a um receptor específico nas membranas do intestino médio (CHARLES, 1996). Isso posteriormente levará a morte do inseto.

3.6 Gênero *Clostridium* sp.

O gênero *Clostridium* inclui bactérias anaeróbicas formadoras de esporos pertencentes ao filo Firmicutes (PAHALAGEDARA et al., 2020).

Algumas espécies possuem ação entomopatogênica como *Clostridium bif fermentans serovar malaysia*. Segundo Nicolas, Charles & Barjac (1993) essa foi a primeira bactéria anaeróbica encontrada que possui alta toxicidade para insetos. Sua toxicidade está ligada principalmente para larvas de mosquitos e moscas negras quando ingeridas de forma oral (BARJAC et al., 1990).

Além disso, são também relatados efeitos entomopatogênicos de *Clostridium brevifasciens* e *Clostridium malacosomae* em larvas de *Malacosoma pluviale*. Após ingestão, há a germinação dos esporos no intestino desse inseto e o rápido crescimento vegetativo, o qual causa a morte em poucos dias (COSTA et al., 2009; POLANCZYK; FIUZA; DE BORTOLI, 2011).

4 I BACTERIAS ENTOMOPATOGÊNICAS NÃO ESPORULANTES

As bactérias que não são formadoras de esporos não têm a mesma expressividade de utilização se comparada com as que produzem. A falta de produção de um estágio de vida ambientalmente estável limitou a produção comercial e a aplicação de bactérias não formadoras de esporos (GLARE; JURAT-FUENTES; O'CALLAGHAN, 2017). Apesar disso, algumas bactérias não esporulantes também apresentam atividade entomopatogênica.

4.1 *Photorhabdus* e *Xenorhabdus*

Photorhabdus e *Xenorhabdus* também apresentam ação contra insetos. As bactérias desses dois gêneros são simbioses mutualistas dos nematóides de *Heterorhabditis* e *Steinernema*, respectivamente, e os nematóides são, por sua vez, parasitas de insetos obrigatórios (TOBIAS; SHI; BODE, 2018).

De acordo com Fukruksa et al. (2017), *Xenorhabdus* e *Photorhabdus* vivem no intestino dos estágios juvenis infecciosos das EPNs (Nematoides entomopatogênicos).

Photorhabdus é uma bactéria Gram-negativa, bioluminescente, de inseto entomopatogênica que é membro da Enterobacteriaceae (JOYCE; LANGO; CLARKE, 2011). Essas bactérias, em conjunto com os nematóides, formam um complexo inseticida que mata o inseto e usa a carcaça para reprodução e nutrição (CASTAGNOLA; STOCK, 2014).

Segundo Clarke (2014), o mecanismo de infecção de *Photorhabdus* acontece da seguinte forma: A infecção começa quando o IJ (Estágio juvenil infeccioso do nemátodo), penetra nos insetos através de aberturas como boca, ânus do inseto antes de migrar para hemocele (a cavidade do corpo que contém o fluido circulatório do inseto, a hemolinfa). Após isso, o nemátodo libera ativamente o *Photorhabdus* que carregava em seu intestino diretamente para a hemolinfa. De forma semelhante, *Xenorhabdus* apresenta simbiose com nematodos, e também produz um grande número de toxinas inseticidas para ajudá-los a obter nutrientes dos hospedeiros do inseto (CASTAGNOLA; STOCK, 2014).

4.2 *Serratia* sp.

Algumas espécies pertencentes ao gênero *Serratia* possuem ação entomopatogênica. Como exemplo, pode-se mencionar *Serratia entomophila* e *Serratia proteamaculans*.

A doença do âmbar do capim da Nova Zelândia *Costelytra zealandica* (Coleoptera: Scarabaeidae) é causada por algumas cepas de *Serratia entomophila* e *Serratia proteamaculans* (Enterobacteriaceae) (HURST et al., 2000). A doença ocorre quando larvas do coleóptero *Costelytra zealandica*, que é uma praga de pastagem, são infectadas. De acordo com Hurst et al (2007) as larvas infectadas deixam de se alimentar dentro de 2 a 5 dias após a ingestão de células patogênicas.

A larva se torna de cor âmbar, caracterizando assim o nome da doença. Uma larva infectada pode permanecer nesse estado por um período prolongado (1 a 3 meses) antes

que as bactérias invadam a hemocele, resultando em morte rápida do inseto (GLARE; CORBETT; SADLER, 1993).

4.3 *Pseudomonas* sp.

O gênero *Pseudomonas* é um dos gêneros bacterianos mais complexos e atualmente é o gênero de bactérias Gram-negativas com o maior número de espécies (GOMILA et al., 2015). Devido à sua abundância no ambiente, o gênero *Pseudomonas* foi caracterizado pela primeira vez há muito tempo e, nos últimos cem anos, passou por muitas revisões taxonômicas (ÖZEN; USSERY, 2012). Dentro dessa diversidade, uma espécie que pode ser categorizada como entomopatogênica é a *Pseudomonas entomophila*.

Pseudomonas entomophila é uma bactéria entomopatogênica que, por ingestão, mata *Drosophila melanogaster* e também insetos de diferentes ordens (VODOVAR et al., 2006). De acordo com Vallet-Gely et al (2010) a bactéria é letal para *Drosophila melanogaster* no período de 1-2 dias após a ingestão de altas doses. Além disso, Dieppois et al (2015) citaram que *P.entomophila* demonstrou ser patogênico para três ordens de insetos de Diptera (*Anopheles gambiae* *D. melanogaster*), Lepidoptera (por exemplo, *Bombyx mori*, *Galleria mellonella*) e Coleoptera (por exemplo, *Sitophilus oryzae*), tornando-o um modelo promissor para estudos de agentes de controle biológico.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do problema do uso muitas vezes indiscriminado de químicos na agricultura, a utilização de microrganismos é bastante promissora. Bactérias, em específico, são bastantes viáveis se utilizadas isoladas ou em conjunto com outros métodos de controle para uma regulação sustentável de insetos pragas na agricultura, pela comprovada eficácia e por não deixarem resíduos tóxicos no ambiente e nos alimentos, e sem contaminação do agricultor e consumidores.

REFERÊNCIAS

ADANG, M.J. **Bacillus thuringiensis insecticidal crystal proteins: Gene structure, action and utilization**. In: Maram- orosch K (ed) *Biotechnology for Biological Control of Pests and Vectors*, pp. 3-24. CRC Press, Boca Raton, FL., 1991.

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 02 set. 2020

AHMED, I. et al. **Proposal of Lysinibacillus boronitolerans gen. nov. sp. nov., and transfer of Bacillus fusiformis to Lysinibacillus fusiformis comb. nov. and Bacillus sphaericus to Lysinibacillus sphaericus comb. nov.** *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, v. 57, n. 5, p. 1117–1125, 1 maio 2007.

ANGELO, E. A.; VILAS-BÔAS, G. T.; CASTRO-GÓMEZ, R. J. H. **Bacillus thuringiensis: características gerais e fermentação**. Semina: Ciências Agrárias, v. 31, n. 4, p. 945, 20 dez. 2010.

BARJAC, H.de. et al. **Clostridium bifermentans serovar malaysia, a new anaerobic bacterium pathogen to mosquito and blackfly larvae**. C R Acad Sci III. 1990;310(9):383-387.

BEHLE, R; BIRTHISEL, T. **Formulations of Entomopathogens as Bioinsecticides**. In: MORALES-RAMOS, Juan; ROJAS, M. Guadalupe; SHAPIRO-ILAN, David (ed.). **Mass Production of Beneficial Organisms: invertebrates and entomopathogens**. San Diego: Academic Press, 2014. Cap. 14. p. 483-517.

BERRY, C. **The bacterium, Lysinibacillus sphaericus, as an insect pathogen**. Journal of Invertebrate Pathology, v. 109, n. 1, p. 1–10, jan. 2012.

BOBROWSKI, V. L. et al. **Genes de Bacillus thuringiensis: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. Bacillus thuringiensis genes: an approach to confer insect resistance to plants**. Ciência Rural, v. 34, n. 1, p. 843–850, 2003.

BODE, H. B. **Entomopathogenic bacteria as a source of secondary metabolites**. Current Opinion in Chemical Biology, v. 13, n. 2, p. 224–230, abr. 2009.

BOYCE, R. et al. **Bacillus thuringiensis israelensis (Bti) for the control of dengue vectors: systematic literature review**. Tropical Medicine & International Health, v. 18, n. 5, p. 564–577, 1 maio 2013.

BRAVO, A.; GILL, S. S.; SOBERÓN, M. **Mode of action of Bacillus thuringiensis Cry and Cyt toxins and their potential for insect control**. Toxicon, v. 49, n. 4, p. 423–435, mar. 2007.

BRIGHENTI, D. M. et al. **Eficiência do Bacillus thuringiensis var. kurstaki (Berliner, 1915) no controle da traça da cera Galleria mellonella (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae)**. Ciência e Agrotecnologia, v. 29, n. 1, p. 60–68, fev. 2005.

CASTAGNOLA, A.; STOCK, S. **Common Virulence Factors and Tissue Targets of Entomopathogenic Bacteria for Biological Control of Lepidopteran Pests**. Insects, v. 5, n. 1, p. 139–166, 6 jan. 2014.

CHARLES, J.-F. **Bacillus sphaericus Toxins: Molecular Biology and Mode of Action**. Annual Review of Entomology, v. 41, n. 1, p. 451–472, 1 jan. 1996.

CLARKE, D. J. **The Genetic Basis of the Symbiosis Between Photorhabdus and Its Invertebrate Hosts**. In: Advances in Applied Microbiology. 1. ed. [s.l.] Elsevier Inc., 2014. v. 88p. 1–29.

COSTA, E.L. et al. **Artrópodes e bactérias entomopatogênicas**. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento (Online). V.11,p. 4-13,2009.

DE BORTOLI, C. P.; JURAT-FUENTES, J. L. **Mechanisms of resistance to commercially relevant entomopathogenic bacteria**. Current Opinion in Insect Science, v. 33, p. 56–62, 2019.

DIEPPOIS, G., et al. **Pseudomonas entomophila: a versatile bacterium with entomopathogenic properties**. Pseudomonas. New Aspects of Pseudomonas Biology vol. 7, pp. 25–49., 2015.

FINKLER, C.L.L. **Controle De Insetos: Uma Breve Revisão**. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, v. 8, n. 0, p. 169–189, 2014.

FUKRUKSA, C. et al. **Isolation and identification of Xenorhabdus and Photorhabdus bacteria associated with entomopathogenic nematodes and their larvicidal activity against Aedes aegypti**. Parasites & Vectors, v. 10, n. 1, p. 440, 21 dez. 2017.

GALZER, E. C. W.; AZEVEDO FILHO, W. S. DE. **Utilização do Bacillus thuringiensis no controle biológico de pragas**. Revista interdisciplinar de ciência aplicada, v. 1, n. August, p. 4, 2016.

GARNETT, T. et al. **Sustainable Intensification in Agriculture: Premises and Policies**. Science, v. 341, n. 6141, p. 33–34, 5 jul. 2013.

GITAHY, et al. **Perspectivas biotecnológicas de Bacillus thuringiensis no controle da broca da cana-de-açúcar Diatraea saccharalis**. Série Documentos n.124. Seropédica. Embrapa Agrobiologia. 2006.

GLARE, T. R.; CORBETT, G. E.; SADLER, T. J. **Association of a large plasmid with amber disease of the New Zealand grass grub, Costelytra zealandica, caused by Serratia entomophila and Serratia proteamaculans**. Journal of Invertebrate Pathology, v. 62, p. 165–170, 1993.

GLARE, T.R.; JURAT-FUENTES, J.I.; O'CALLAGHAN, M. **Basic and Applied Research: Entomopathogenic Bacteria**. In: LACEY, Lawrence A. (ed.). **Microbial Control of Insect and Mite Pests: from Theory to Practice**. Cambridge: Academic Press, 2017. Cap. 4. p. 47-67.

GOMILA, M. et al. **Phylogenomics and systematics in Pseudomonas**. Frontiers in Microbiology, v. 6, n. March, p. 1–14, 2015.

HU, X. et al. **Complete Genome Sequence of the Mosquitocidal Bacterium Bacillus sphaericus C3-41 and Comparison with Those of Closely Related Bacillus Species**. Journal of Bacteriology, v. 190, n. 8, p. 2892–2902, 15 abr. 2008.

HURST, M. R. H. et al. **Plasmid-located pathogenicity determinants of Serratia entomophila, the causal agent of amber disease of grass grub, show similarity to the insecticidal toxins of Photorhabdus luminescens**. Journal of Bacteriology, v. 182, n. 18, p. 5127–5138, 2000.

HURST, M. R. H. et al. **Induced expression of the Serratia entomophila Sep proteins shows activity towards the larvae of the New Zealand grass grub Costelytra zealandica**. FEMS Microbiology Letters, v. 275, n. 1, p. 160–167, out. 2007.

JOYCE, S.A.; LANGO, L.; CLARKE, D.J. **Regulation of Secondary Metabolism and Mutualism in the Insect Pathogenic Bacterium Photorhabdus luminescens**. In: LASKIN, A. L.; SARIASLANI, S.; GADD, G. M. (ed.). **Advances in Applied Microbiology**. San Diego: Academic Press, 2011. Cap. 1. p. 1-25.

KRIEG, V. A. et al. **Bacillus thuringiensis var. tenebrionis: ein neuer, gegenüber Larven von Coleopteren wirksamer Pathotyp**. Z. angew. Entomol., v. 96, p. 500–508, 1983.

LENGAI, G. M. W.; MUTHOMI, J. W.; MBEGA, E. R. **Phytochemical activity and role of botanical pesticides in pest management for sustainable agricultural crop production**. Scientific African, v. 7, p. e00239, mar. 2020.

LIMA, G. M. S. **Proteínas bioinseticidas produzidas por *Bacillus thuringiensis***. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica, v. 7, p. 119–137, 2010.

MARKETS AND MARKETS. **Biopesticides Market**. Disponível em: <<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/biopesticides-267.html>> Acesso em 26 jun. 2020.

MARTINS, A.L.; VIVAN, R.H.F.; SANTOS, F.P. **Caracterização genética de novos isolados bacterianos com potencial entomopatogênico**. Terra e Cultura, Londrina, v. 58, p. 11-17, jun. 2014.

NAVON, A. ***Bacillus thuringiensis* application in agriculture**. In: CHARLES, J.; DELÉCLUSE, A.; NIELSEN-LEROUX, C. (ed.). **Entomopathogenic Bacteria: from laboratory to field application**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. Cap. 6.1. p. 357-369.

NICOLAS, L.; CHARLES, J.-F.; BARJAC, H. ***Clostridium bifermentans* serovar malaysia : Characterization of putative mosquito larvicidal proteins**. FEMS Microbiology Letters, v. 113, n. 1, p. 23–28, out. 1993.

OPOTA, O. et al. **Identification and characterization of the receptor for the *Bacillus sphaericus* binary toxin in the malaria vector mosquito, *Anopheles gambiae***. Comparative Biochemistry and Physiology - B Biochemistry and Molecular Biology, v. 149, n. 3, p. 419–427, 2008.

ÖZEN, A. I.; USSERY, D. W. **Defining the *Pseudomonas* Genus : Where Do We Draw the Line with *Azotobacter* ?** Microbial Ecology, p. 239–248, 2012.

PAHALAGEDARA, A. S. N. W. et al. **Antimicrobial production by strictly anaerobic *Clostridium spp.*** International Journal of Antimicrobial Agents, v. 55, n. 5, p. 105910, maio 2020.

PARK, H.-W.; BIDESHI, D. K.; FEDERICI, B. A. **Properties and applied use of the mosquitocidal bacterium, *Bacillus sphaericus***. Journal of Asia-Pacific Entomology, v. 13, n. 3, p. 159–168, set. 2010.

POLANCZYK, R. A.; GARCIA, M. DE O.; ALVES, S. B. **Potential of *Bacillus thuringiensis israelensis* Berliner for controlling *Aedes aegypti***. Revista de saúde pública, v. 37, n. 6, p. 813–6, 2003.

POLANCZYK, R.A.; FIUZA, L.M.; DE BORTOLI, S.A. **Bactérias Entomopatogênicas**. Ciência e Ambiente, Santa Maria, v.43, p. 96-107, jul./dez.2011.

RIBAS, P. P.; MATSUMARA, A. T. S. **A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente**. Revista Liberato, v. 10, n. 14, p. 149–158, 2009.

SILVA, C. A. D. Da. **Microorganismos entomopatogênicos associados a insetos e ácaros do algodoeiro**. 42.p. Circular técnica 77 (Embrapa Algodão) – Campina grande, PB. 2000.

TOBIAS, N. J.; SHI, Y.-M.; BODE, H. B. **Refining the Natural Product Repertoire in Entomopathogenic Bacteria**. Trends in Microbiology, v. 26, n. 10, p. 833–840, out. 2018.

VALICENTE, F. H. et al. **Identificação através de PCR dos genes *CryI* de cepas de *Bacillus thuringiensis* Berliner eficientes contra a lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v. 29, n. 1, p. 147–153, mar. 2000.

VALLET-GELY, I. et al. **A secondary metabolite acting as a signalling molecule controls *Pseudomonas entomophila* virulence.** Cellular Microbiology, v. 12, n. 11, p. 1666–1679, nov. 2010.

VAN LENTEREN, J. C. **The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake.** BioControl, v. 57, n. 1, p. 1–20, 28 fev. 2012.

VILAS-BÔAS, G. T.; PERUCA, A. P. S.; ARANTES, O. M. N. **Biology and taxonomy of *Bacillus cereus*, *Bacillus anthracis*, and *Bacillus thuringiensis*.** Canadian Journal of Microbiology, v. 53, n. 6, p. 673–687, 2007

VODOVAR, N. et al. **Complete genome sequence of the entomopathogenic and metabolically versatile soil bacterium *Pseudomonas entomophila*.** Nature Biotechnology, v. 24, n. 6, p. 673–679, 2006.

WIRTH, M. C. et al. **Mtx Toxins Synergize *Bacillus sphaericus* and Cry11Aa against Susceptible and Insecticide-Resistant *Culex quinquefasciatus* Larvae.** Applied and Environmental Microbiology, v. 73, n. 19, p. 6066–6071, 1 out. 2007.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aboboreira 124, 125

Áreas Naturais Protegidas 97, 98, 99, 100

Asparagina 1, 2, 3, 4, 7, 9

Aula Prática 173, 206, 209, 214

B

Bactérias 4, 5, 9, 14, 22, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 200

Bactérias Lácticas 42, 43, 45, 49

Bioestimulante 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130

Bioética 151, 152, 153, 157, 158, 159, 160, 161, 162

Bioma Amazônico 2

Biomass Brasileiros 230, 232, 233, 240

Botânica 12, 25, 127, 129, 163, 164, 167, 168, 181, 183, 223, 224, 232

Bucha Vegetal 56, 58, 59, 63, 64, 65

C

Carotenoides 52

Celulase 16, 19, 20, 21, 22

Controle Biológico 28, 29, 30, 32, 37, 39

D

Desequilíbrio Ambiental 102, 103

Dignidade humana 151, 153, 155, 156, 157, 158, 160, 162

Divulgação Científica 199, 200, 202, 203, 204, 216, 217, 223, 224, 225, 227, 228

E

Educação Ambiental 97, 98, 99, 100, 102, 107, 108, 110, 183, 216, 218, 219, 221, 226, 227, 230, 232, 236, 240, 242

Enriquecimento Ambiental 140, 141, 142, 143, 144, 145

Ensino de biologia 227, 230

Ensino de ciências 164, 167, 182, 183, 184, 190, 191, 192, 204, 206, 208, 215, 223, 228, 229

Ensino Médio 148, 194, 199, 200, 203, 205, 215, 221, 227, 230, 233, 234, 238, 241

Estratégia Didática 163, 167, 170, 179

Etnoecologia 90, 97, 98, 99, 100, 101
Exopolissacarídeos 42, 43, 49
Experimentação 206, 209, 214, 215, 225, 229
Extrato de algas 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130

F

Fermentação Líquida 16
Fontes de informação 194, 195, 197, 201, 204
Formicoidea 131, 132, 134
Frutossiltransferase 56, 57, 58, 62, 65, 66
Fungos Filamentosos 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 26, 44

G

Genética Forense 147, 148
Giberelina 125

I

Índices Zootécnicos 140, 142, 143, 144
Inseticidas 29, 30, 31, 33, 36, 112, 113, 116, 119, 121, 122, 123
Investigação criminal 147, 148

J

Jogo 163, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 192

L

Lewis 140, 141, 142, 143, 144
Lixeira Viciadas 102
Ludicidade 163, 166, 170, 175, 176, 185, 186, 191

M

Mata Atlântica 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 226, 227, 233, 237, 240, 241
Meio Ambiente 32, 40, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 113, 226, 234, 236, 238, 240, 241
Microencapsulação 42, 43, 45, 49

P

PCR 40, 147, 148, 149, 150
PIBID 185, 186, 187, 191, 206, 207, 208, 209, 213, 215

Plantas Medicinais 68, 89, 90, 91, 92, 94, 96, 229, 234, 241

Polimorfismo 147, 148

Pragas 28, 29, 30, 31, 33, 34, 37, 39, 123, 126, 135, 137, 138, 139

R

Rede Social 194, 200, 201, 202

Resíduos Sólidos 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110

Resistência de plantas 123

S

Solo 1, 5, 6, 7, 8, 11, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 31, 35, 49, 108, 113, 114, 124, 125, 127, 130, 131, 132, 133, 136, 239

Substratos Agrícolas 16, 21, 24

T

Toxinas 29, 31, 32, 34, 35, 36

Ciências Biológicas *Realidades e Virtualidades*

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ciências Biológicas *Realidades e Virtualidades*

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 