

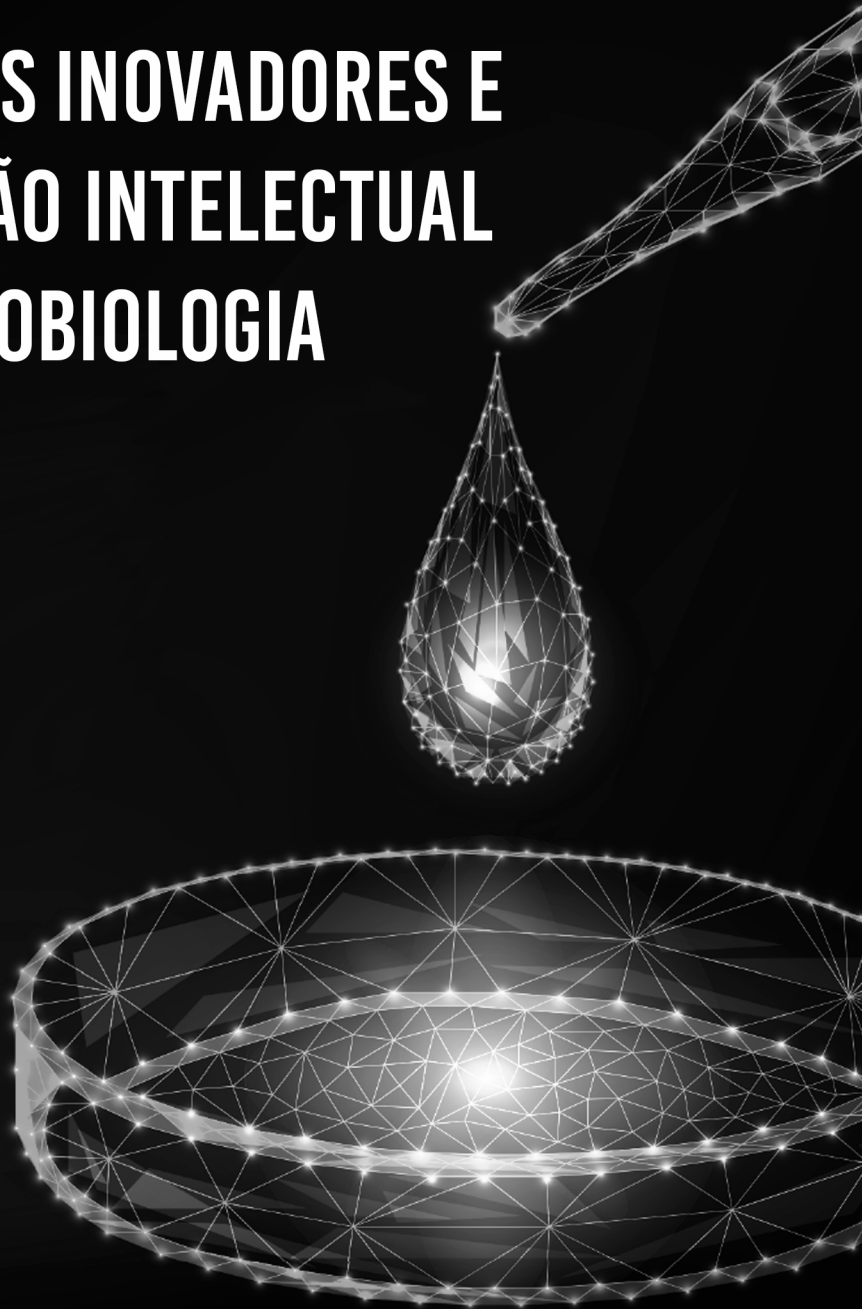
BENEDITO RODRIGUES DA SILVA NETO
(ORGANIZADOR)

PROJETOS INOVADORES E PRODUÇÃO INTELECTUAL NA MICROBIOLOGIA



BENEDITO RODRIGUES DA SILVA NETO
(ORGANIZADOR)

PROJETOS INOVADORES E PRODUÇÃO INTELECTUAL NA MICROBIOLOGIA



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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

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

Projetos inovadores e produção intelectual na microbiologia

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: Benedito Rodrigues da Silva Neto

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P964 Projetos inovadores e produção intelectual na microbiologia
/ Organizador Benedito Rodrigues da Silva Neto. -
Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-574-7

DOI 10.22533/at.ed.747201711

1. Microbiologia. 2. Projetos. 3. Produção. I. Silva Neto,
Benedito Rodrigues da (Organizador). II. Título.

CDD 579

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

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos.

APRESENTAÇÃO

A microbiologia tem sido um assunto recorrente nos últimos anos, desde os corredores universitários aos locais informais, as conversas vão desde as bactérias multirresistentes, passando por novas espécies de fungos descobertos até chegar no atual momento de pandemia viral que marcará na história o ano de 2020. Esse campo de estudo amplo inclui o estudo dos seres vivos microscópicos nos seus mais variados aspectos como morfologia, estrutura, fisiologia, reprodução, genética, taxonomia, interação com outros organismos e com o ambiente além de aplicações biotecnológicas.

Como ciência, a microbiologia iniciou a cerca de duzentos anos atrás, e tem passado por constantes avanços graças a descobertas e inovações tecnológicas. Sabemos que os microrganismos são encontrados em praticamente todos os lugares, e a falta de conhecimento que havia antes da invenção do microscópio hoje não é mais um problema no estudo, principalmente das enfermidades relacionadas aos agentes como bactérias, vírus, fungos e protozoários.

A grande importância dessa temática se reflete no material de qualidade já publicado na Atena Editora e mais uma vez recebe os nossos holofotes com o tema “Projetos Inovadores e Produção Intelectual na Microbiologia” contendo trabalhos e pesquisas desenvolvidas em diversos institutos do território nacional contendo análises de processos biológicos embasados em células microbianas ou estudos científicos na fundamentação de atividades microbianas com capacidade de interferir nos processos de saúde/doença.

Temas ligados à inovação e tecnologia microbiana são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela saúde em seus aspectos microbiológicos. Deste modo, propomos aqui uma teoria bem fundamentada nos resultados práticos obtidos em diferentes campos da microbiologia, abrindo perspectivas futuras para os demais pesquisadores de outras subáreas da microbiologia.

Desejamos a todos uma excelente leitura!

Benedito Rodrigues da Silva Neto

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DOS CANAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO VICENTE

José Augusto de Souza
Roberta Alves Merguizo Chinellato
Mirella Massonetto Basilio
Vanessa da Costa Andrade
Ana Julia Fernandes Cardoso de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.7472017111

CAPÍTULO 2..... 14

AVALIAÇÃO DE CULTURA E TESTE DE SENSIBILIDADE DA TUBERCULOSE PULMONAR NO BRASIL NO ANO DE 2016

Vinicius Mateus Salvatori Cheute
Fabiana de Oliveira Solla Sobral
Renan Fava Marson
Wesley Pimenta Cândido

DOI 10.22533/at.ed.7472017112

CAPÍTULO 3..... 16

AVALIAÇÃO DE CULTURAS DE ESCARRO PARA O DIAGNÓSTICO DE TUBERCULOSE EM 2017

Iaci Gama Fortes
Lysia Alves Oliva
Bianca Melo Amorim
Karline Drieli Wottrich

DOI 10.22533/at.ed.7472017113

CAPÍTULO 4..... 23

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO DE EXTRATOS FOLIARES DE *GALLESIA INTEGRIFOLIA* (SPRENG) HARMS (PHYTOLACCACEAE)

Julyanna Oliveira Castro
Marcelo Schramm Mielke
Aline Oliveira da Conceição

DOI 10.22533/at.ed.7472017114

CAPÍTULO 5..... 38

CARACTERIZAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DOS CASOS DE DENGUE NO MUNICÍPIO DE SOBRAL-CEARA, ENTRE O PERÍODO DE 2014 A 2017

Manoel Vieira do Nascimento Junior
José Jackson do Nascimento Costa
Maria Amélia Araújo Soares Costa

DOI 10.22533/at.ed.7472017115

CAPÍTULO 6..... 43

CONTAMINATION ASSESSMENT OF BIVALVE MOLLUSK INTENDED FOR HUMAN CONSUMPTION PRODUCED IN COASTAL WATERS OF NORTHERN BRAZIL

Daniela Cristiane da Cruz Rocha
Aline Holanda Sousa
Debora de Castro Costa
Karina Lúcia Silva da Silva
Anderson Nonato do Rosario Marinho

DOI 10.22533/at.ed.7472017116

CAPÍTULO 7..... 54

FATORES RELACIONADOS AS INFECÇÕES HOSPITALARES POR BACTÉRIAS: UMA REVISÃO NARRATIVA

Érica Cristina Soares e Silva
Antônio Rosa de Sousa Neto
Daniella Farias Almeida
Mayara Macêdo Melo
Marly Marques Rêgo Neta
Rosângela Nunes Almeida
Inara Viviane de Oliveira Sena
Daniela Reis Joaquim Freitas

DOI 10.22533/at.ed.7472017117

CAPÍTULO 8..... 65

BIOPROSPECÇÃO DE FUNGOS FILAMENTOSOS VISANDO ESTUDOS DE AMILASES E PECTINASES COM APLICAÇÃO EM PROCESSOS INDUSTRIAIS

Daniel Borba Zanelatto
Mariana Cereia
Tássio Brito de Oliveira
Maria de Lourdes Teixeira de Moraes Polizeli

DOI 10.22533/at.ed.7472017118

CAPÍTULO 9..... 78

**PROJETOS INOVADORES E PRODUÇÃO INTELECTUAL NA MICROBIOLOGIA
INNOVATIVE PROJECTS AND INTELLECTUAL PRODUCTION IN MICROBIOLOGY**

Patrícia Regina Kitaka
Marta Cristina Teixeira Duarte
Valéria Maia de Oliveira
Maria da Graça S. Andrietta

DOI 10.22533/at.ed.7472017119

CAPÍTULO 10..... 95

INVESTIGAÇÃO DE FUNGOS PRODUTORES DE ENZIMAS DE INTERESSE BIOTECNOLÓGICO

Layne Even Borges de Souza
Leidiana Pinto da Costa
Rafael Cardoso Bastos
Thayana Cruz de Souza

DOI 10.22533/at.ed.74720171110

CAPÍTULO 11..... 109

OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE QUITINASE PELO FUNGO ENDOFÍTICO *CURVULARIA* SP. URM 6861

Aline Gleyce Julião Bomfim
Edson Flávio Teixeira da Silva
Wellington Leal dos Santos
Maria Emília Brito da Silva
Cristina Maria de Souza-Motta
Keila Aparecida Moreira

DOI 10.22533/at.ed.74720171111

CAPÍTULO 12..... 118

PARTIÇÃO DE PROTEASES FIBRINOLÍTICAS PRODUZIDAS POR *ASPERGILLUS TAMARII* KITA UCP 1279 ATRAVÉS DO SISTEMA DE DUAS FASES AQUOSAS PEG-FOSFATO

Viviane do Nascimento e Silva Alencar
Maria Clara do Nascimento
Julyanne Victória dos Santos Ferreira
Márcia Nieves Carneiro da Cunha
Juanize Matias da Silva Batista
Thiago Pajeú Nascimento
Romero Marcos Pedrosa Brandão Costa
Ana Lucia Figueiredo Porto
Ana Cristina Lima Leite

DOI 10.22533/at.ed.74720171112

CAPÍTULO 13..... 130

PRODUÇÃO DE PROTEASES POR *ASPERGILLUS TAMARII* KITA UCP 1279 ISOLADO DA CAATINGA UTILIZANDO RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Julyanne Victória dos Santos Ferreira
Kethylen Bárbara Barbosa Cardoso
Amanda Lucena dos Santos
Viviane do Nascimento e Silva Alencar
Maria Clara do Nascimento
Marcia Nieves Carneiro da Cunha
Juanize Matias da Silva Batista
Romero Pedrosa Brandão Costa
Thiago Pajeú Nascimento
Ana Cristina Lima Leite
Ana Lúcia Figueiredo Porto

DOI 10.22533/at.ed.74720171113

CAPÍTULO 14..... 140

PRODUCTION OF YEAST BIOMASS AND CELL WALL TO OBTAIN β GLUCANS FOR A BIOTECHNOLOGICAL PURPOSE

Carina Maricel Pereyra

DOI 10.22533/at.ed.74720171114

CAPÍTULO 15.....	157
REMOÇÃO DO ÁCIDO ACETILSALICÍLICO EMPREGANDO BIOFILME MICROBIANO DESENVOLVIDO NATURALMENTE EM AREIA DE FILTROS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA – UM ESTUDO COMPARATIVO COM DIFERENTES SUPORTES	
Lúcia Allebrandt da Silva Ries	
Karla Joseane Perez	
Fernanda Cortez Lopes	
Paula Silva Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.74720171115	
CAPÍTULO 16.....	176
TUBERCULOSE: ASPECTOS DA INFECÇÃO CAUSADA POR <i>MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS</i> NA POPULAÇÃO DE SOBRAL, NO ESTADO DO CEARÁ NO PERÍODO DE 2012-2016	
Sabrina Fuziger Inácio Brandão	
Anderson Braga Rodrigues	
Karla Karoline Frota da Silva	
Isana Mara Aragão Frota	
DOI 10.22533/at.ed.74720171116	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	182
ÍNDICE REMISSIVO.....	183

BIOPROSPECÇÃO DE FUNGOS FILAMENTOSOS VISANDO ESTUDOS DE AMILASES E PECTINASES COM APLICAÇÃO EM PROCESSOS INDUSTRIAIS

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 07/09/2020

Daniel Borba Zanelatto

Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Departamento de Biologia
Ribeirão Preto – SP
CV: <http://lattes.cnpq.br/4448650794698569>

Mariana Cereia

Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Departamento de Biologia
Ribeirão Preto – SP
CV: <http://lattes.cnpq.br/8768554144450014>

Tássio Brito de Oliveira

Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Departamento de Biologia
Ribeirão Preto – SP
CV: <http://lattes.cnpq.br/9280078075342223>

Maria de Lourdes Teixeira de Moraes Polizeli

Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Departamento de Biologia
Ribeirão Preto – SP
CV: <http://lattes.cnpq.br/0162059400153020>

RESUMO: A bioprospecção é a forma ou método de localizar, avaliar e explorar de maneira organizada e legal a biodiversidade de um determinado local visando a busca de recursos genéticos e bioquímicos para fins

econômicos. Com a crescente consciência da importância e do valor da biodiversidade usada como matéria-prima, o objetivo desse trabalho foi realizar, inicialmente, a coleta de fungos filamentosos no Bosque do Jardim Botânico, no município de Araraquara-SP. Foram coletadas 11 amostras, sendo estas de solo, tronco e formigueiro. Este material foi inoculado em placas de Petri contendo meio sólido de aveia, para o isolamento dos fungos filamentosos. Parte dos fungos (14 isolados escolhidos das 11 amostras) foi identificada até gênero através de técnicas de microcultivo, mediante a observação microscópica de estruturas morfológicas. Em seguida, foram identificados na Micoteca URM, Universidade Federal de Pernambuco. Os resultados foram comparados usando novamente a técnica de microcultivo no Laboratório de Microbiologia e Biologia Celular do Departamento de Biologia da FFCLRP-USP. Os gêneros identificados foram *Trichoderma*, *Acremonium*, *Absidia*, *Rhizopus* e *Mucor*. A seguir, foram verificadas as produções de amilase e pectinase por meio de experimentos de cultivo dos fungos em meios sólidos. Após o crescimento dos fungos por 2 dias, os meios foram corados com solução de lugol e vermelho de rutênio para amilase e pectinase, respectivamente. Foram identificados poucos fungos bons produtores. Desta forma, foi realizado um *screening* em cultivos submersos para a produção das enzimas supracitadas. Nessas condições observou-se que, comparado à literatura, não havia fungos bons produtores de amilases, mas o contrário foi verificado para pectinases, onde pelo menos, dois fungos do gênero *Trichoderma* produziram altos níveis

enzimáticos. Desta forma conclui-se que o estudo de prospecção foi bastante satisfatório para fins de degradação de biomassa e possibilidade de produção de biocombustíveis e outras aplicações biotecnológicas na indústria.

PALAVRAS - CHAVE: fungos; amilase; pectinase; aplicação industrial; bioprospecção.

FILAMENTOUS FUNGI BIOPROSPECTION AIMING STUDIES ON AMYLASES AND PECTINASES SUITABLE FOR INDUSTRIAL PROCESSES

ABSTRACT: Bioprospecting is the method of locating, assessing, and exploring the biodiversity of a given location in an organized and legal manner, with the aim of seeking genetic and biochemical resources for economic purposes. With the growing awareness of the importance and value of the biodiversity used as raw material, the objective of this work was to collect filamentous fungi at Bosque do Jardim Botânico, in the municipality of Araraquara-SP. Eleven samples of soil, trunk, and anthill were collected. This material was inoculated in Petri dishes containing solid oat medium and then the isolation of the filamentous fungi was carried out. Part of the fungi (14 isolates chosen from 11 samples) was identified up to the genus employing microculture techniques, through microscopic observation of morphological structures. Then, they were identified by the URM Culture collection, from the Federal University of Pernambuco. The results were compared again by the microculture technique at the Laboratory of Microbiology and Cell Biology of the Department of Biology at FFCLRP-USP. The identified genera were *Trichoderma*, *Acremonium*, *Absidia*, *Rhizopus*, and *Mucor*. The amylase and pectinase production were verified using fungi cultivation experiments in solid medium. After the growth of the fungi for 2 days, the media were stained with lugol solution for amylase, and ruthenium red for pectinase. Few good producing fungi have been identified. Therefore, a screening was carried out on submerged cultures for the production of the mentioned enzymes. In these conditions, it was observed that, compared to the literature, there were no good amylase-producing fungi, but the opposite was verified for pectinases, where at least two *Trichoderma* produced high enzymatic levels. Thus, it is concluded that the prospection study was quite satisfactory for the purpose of biomass degradation, biofuel production, and other biotechnological applications in the industry.

KEYWORDS: fungi; amylase; pectinase; industrial applications; bioprospecting.

1 | INTRODUÇÃO

1.1 Bioprospecção e Os Fungos Filamentosos

A bioprospecção pode ser definida como a busca por materiais biológicos, sejam eles os próprios seres vivos ou partes desses, tais como enzimas, material genético e outros compostos que possam ser úteis para a humanidade. Uma das áreas que mais usufrui da bioprospecção é a biotecnologia com a ação direta ou indireta na produção farmacêutica, fitoterápica, alimentícia, têxtil, agrícola, entre tantos outros setores (Meteo *et al.*, 2014; de Almeida *et al.*, 2015).

Fungos podem ser prospectados e possuem uma enorme gama de atividades – como patógenos de plantas de lavoura ou humanos, como organismos decompositores, como

modelos em experimentos de investigação genética e biologia celular, e como produtores de vários metabólitos importantes, entre eles, as enzimas. Em termos de biodiversidade, existem cerca de 140.000 espécies descritas, no entanto, estimativas apontam que essa riqueza possa chegar de 2,2 a 3,8 milhões de espécies (Hawksworth e Lücking, 2017; Lücking *et al.*, 2020).

Quanto ao habitat, podem ser aquáticos de água doce ou marinhos, mas a maioria é terrestre. Habitam o solo e a matéria vegetal morta e desempenham papéis cruciais na mineralização do carbono orgânico. Podem crescer em ambientes extremos de baixo pH ou temperaturas elevadas e esse fato, associado à facilidade de dispersão dos esporos, torna esses organismos contaminantes comuns de produtos alimentícios, meios de cultura microbianos e superfícies de todos os tipos. Em geral são quimiorganotróficos, apresentando exigências nutricionais simples, sendo a maioria aeróbia. Alimentam-se por meio da secreção de enzimas que digerem polissacarídeos e proteínas em seus constituintes monoméricos (Madigan *et al.*, 2016).

1.2 Principais Fungos com Aplicação na Indústria

Um gênero conhecido de fungos é o *Aspergillus*, que foi descrito pela primeira vez em 1729 pelo padre e cientista italiano Pier Antonio Micheli, que o nomeou assim pela semelhança do formato típico dos seus conídios com um aspersório (*aspergillum*, em latim). A morfologia do conidióforo, correspondente à estrutura de esporos assexuados, é a mais importante utilizada na taxonomia de *Aspergillus* (Bennett, 2010). As espécies de *Aspergillus* estão entre os grupos de maior sucesso, com papéis importantes nos ecossistemas naturais e na economia humana. A maioria das espécies é adaptada para a degradação de polímeros vegetais complexos, mas podem também forragear substratos tão diversos quanto esterco, tecidos e pergaminho (Cerqueira *et al.*, 2013). Além disso, estão envolvidos em muitos processos industriais, incluindo a produção de enzimas nas indústrias farmacêuticas e de bebidas alcoólicas, produtos químicos de base (por exemplo, ácido cítrico) e alimentos (por exemplo, molho de soja) (Polizeli *et al.*, 2005).

Outro exemplo de gênero é o *Trichoderma*, cosmopolitas nos solos e na decomposição de madeira e matérias vegetais. As espécies de *Trichoderma* são frequentemente componentes dominantes da Funga do solo em habitats muito variados. Isso pode ser atribuído às diversas capacidades metabólicas desse gênero e sua natureza agressivamente competitiva. Substâncias produzidas por esses fungos são utilizadas, por exemplo, como fármacos pós-transplantes para evitar rejeição (Chong *et al.*, 2009), além de serem usados em diversas outras atividades humanas, incluindo aplicações comerciais na produção de enzimas e controle biológico de doenças de plantas, pois algumas espécies são micoparasitas (Polizeli *et al.*, 2005).

Os fungos do gênero *Acremonium* contém cerca de 150 espécies. A maioria das espécies são sapróbios, sendo isolada de material vegetal em decomposição e do solo,

desempenhando um papel vital na ciclagem de nutrientes. Outros são patógenos de plantas, insetos e outros fungos (Perdomo *et al.*, 2011). O antibiótico cefalosporina foi derivado do *Acremonium*, que era chamado de *Cephalosporium* (Dorland, 2010).

Alguns fungos do filo Mucoromycota são bem conhecidos em aplicações industriais, tais como *Rhizopus*, *Mucor* e *Absidia*. *Rhizopus* é um gênero saprofítico comum em plantas e que age como parasita em animais. Pode ser encontrado em uma grande variedade de substratos orgânicos, incluindo frutas, legumes, pães, couro e tabaco (Damasio *et al.*, 2011; Peixoto *et al.*, 2003, Peixoto-Nogueira *et al.*, 2008). Dentro desse gênero, destaca-se a espécie *Rhizopus stolonifer*, que tem considerável importância industrial, e outras espécies são responsáveis por doenças em plantas e animais.

Mucor é um gênero bastante comum e difundido na natureza, aparecendo no solo, vegetação em processo de decomposição, esterco e vários outros habitats com considerável umidade onde fungos com crescimento rápido possuem vantagens. Morfologicamente esse gênero distingue-se de *Rhizopus* pela ausência de rizóides. Representantes do gênero destacam-se pela capacidade de produção de amilase, lipase, poligalacturonase e protease (Alves *et al.*, 2002).

O gênero *Absidia* é cosmopolita, habitando o solo da maior parte do planeta. As principais características são os esporângios piriformes, presença de uma apófise abaixo dos esporângios e os estolões de onde surgem os esporangióforos (van Tieghem, 1876). O gênero comporta espécies mesofílicas com ampla importância biotecnológica, vista na biotransformação de esteroides e síntese de compostos semelhantes à renina (Hoffmann *et al.*, 2007).

1.3 Enzimas: aspectos gerais

As enzimas são há muito tempo utilizadas pelo ser humano, como na fabricação de cerveja e outras bebidas, queijos e laticínios, pães, fármacos, dentre outros (Pinho *et al.*, 2020). Pode-se encontrar no mercado enzimas de proveniência animal, vegetal e microbiana. Nos dois primeiros casos, a produção é dificultada devido as variações climáticas que devem ser controladas, pelo tempo de crescimento e desenvolvimento do produtor, a área de cultivo, maior facilidade de contaminação e por maior complexidade de extração. Por isso, as mais utilizadas são as enzimas microbianas, que podem ser manipuladas geneticamente mais facilmente e possuem menor custo de produção (Polizeli *et al.*, 2005, Pinho *et al.*, 2020).

Em 2017, o mercado global de enzimas foi avaliado em \$7,082 bilhões. Já em 2018, esse setor foi estimado para alcançar \$10,519 bilhões em 2024; tendo esse mercado uma taxa de crescimento anual composta de 5,7%, o que demonstra que as enzimas constituem um grande trunfo da indústria e do mercado, no futuro. O segmento que vem se destacando é o das carboidrases, que englobam as amilases e pectinases (Allied Market Research, 2018), enzimas abordadas neste trabalho.

As pectinases usam como substrato o polissacarídeo pectina, que está presente nas paredes celulares dos vegetais juntamente com celulose e hemicelulose. Quimicamente, as substâncias pécnicas são coloidais complexas, constituídas por polissacarídeos ácidos, com um esqueleto de resíduos de ácidos monogalacturônicos unidos por ligações α -1,4. As ramificações da molécula de pectina consistem em L-ramnose, arabinose, galactose e xilose.

Com base no tipo de modificações da cadeia principal, as substâncias pécnicas são classificadas em protopectina, ácido pécnico, ácido pectínico e pectina. A protopectina após hidrólise produz pectina ou ácido pectínico; os ácidos pécnicos são os galacturonanos que contêm quantidades insignificantes de grupos metoxílicos; os ácidos pectínicos são galacturonanos com várias quantidades de grupos metoxílicos. Quatro diferentes tipos de polissacarídeos pécnicos podem ser encontrados: ramnogalacturonano I, ramnogalacturonano II, homogalacturonano e xilogalacturonano (**Figura 1**) (Polizeli *et al.*, 2013).

As substâncias pécnicas são hidrolisadas pelas pectinases, que incluem: polimetilgalacturonases (PMG) que catalisam a clivagem hidrolítica de ligações α -1,4-glicosídicas. Endo-PMG realiza a clivagem aleatória das ligações α -1,4-glicosídicas da pectina, preferencialmente pectina altamente esterificada; Exo-PMG que provocam clivagem sequencial da ligação α -1,4-glicosídica da pectina a partir da extremidade não redutora da cadeia da mesma. Poligalacturonases (PG) catalisam a hidrólise de ligações α -1,4-glicosídicas do ácido pécnico (ácido poligalacturônico), sendo de dois tipos: Endo-PG, também são conhecidas como poli (1,4- α -D-galacturonideo) glicanohidrolase, que catalisa a hidrólise aleatória de ligações α -1,4-glicosídicas em ácido pécnico; Exo-PG, também conhecida como poli (1,4- α -D-galacturonideo) galacturonohidrolase, que catalisa a hidrólise de forma sequencial de ligações α -1,4-glicosídicas.

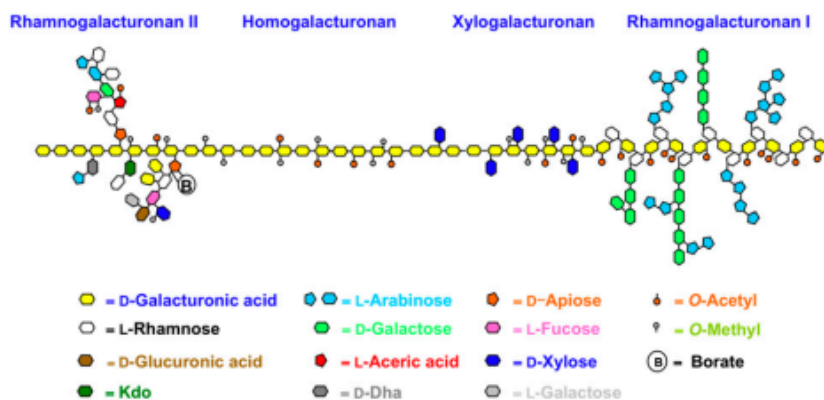


Figura 1: Estrutura esquemática da pectina com seus quatro polissacarídeos componentes (Harholt *et al.*, 2010).

As pectinases possuem diversas aplicações biotecnológicas, tais como nas indústrias de produção de sucos, têxtil, chás e algodão. Os organismos mais usados como produtores dessas enzimas são os fungos filamentosos. A ação das pectinases resulta no afrouxamento/solubilização da pectina junto às paredes celulares da planta. Quando o tecido é moído, a pectina é encontrada na fase líquida (pectina solúvel) causando um aumento na viscosidade, que acontece, por exemplo quando as frutas são espremidas para a fabricação de sucos. Com a adição de pectinases a viscosidade do suco diminui e aumenta o rendimento do produto (Kashyap *et al.*, 2001, Damasio *et al.*, 2011).

As amilases agem em ligações glicosídicas, que utilizam como substrato o amido, o principal carboidrato de reserva energética das plantas. Amido é o segundo polímero mais abundante da natureza, atrás apenas da celulose, e tem função de reserva energética vegetal. É formado unicamente por D-glicose, e quando degradado pode gerar glicose, maltose e xarope de oligossacarídeos menores (Polizeli *et al.*, 2016). O amido está presente nos vegetais em forma de grânulos, que podem ser compostos a partir de dois polímeros: a amilose, que é formada por cadeias lineares helicoidais formadas por ligações glicosídicas α -1,4 e a amilopectina, que apresenta grande número de ramificações de ligações α -1,6 partindo da cadeia principal de ligações α -1,4. Um esquema desse polímero pode ser visualizado na **Figura 2**.

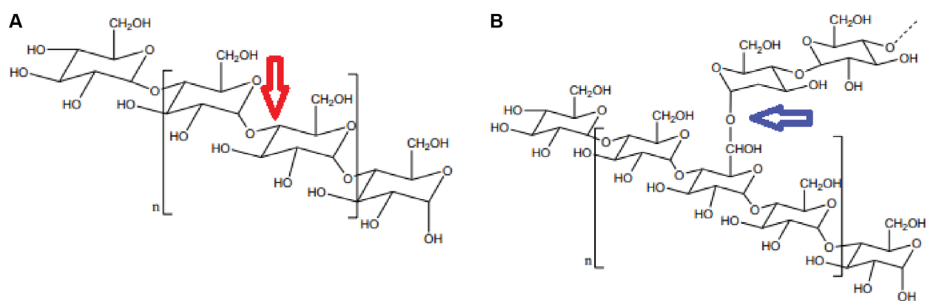


Figura 2. Estrutura do amido. a) Polímero linear de amilose. b) Polímero ramificado de amilopectina. A seta vermelha aponta uma ligação α -1,4; enquanto a seta azul indica uma ligação α -1,6 (adaptado de Mariano, 2013).

Diferentes tipos de amilase agem em distintas partes e ligações da cadeia de amido: α -amilase hidrolisam ligações α -1,4 liberando oligo e sacarídeos de variados tamanhos; a β -amilase hidrolisa ligações α -1,4, porém especificamente a penúltima extremidade não-redutora, liberando β -maltose; a pululanase age no pululano; a isoamilase atua sobre glicogênio, amilopectina e oligossacarídeos; e a glucoamilase que atua em ambas as ligações citadas, podendo ocasionar a sacarificação, que é a hidrólise total do polímero.

Amilases são enzimas com grande potencial para aplicações industriais e

biotecnológicas, representando cerca de 25% do total daquelas comercializadas em todo o mundo. Possuem aplicação em áreas como indústria têxtil, papel, alimentícia, biocombustíveis, açúcar, xaropes, produtos de limpeza, além de reaproveitamento de resíduos e em técnicas biomoleculares (Polizeli *et al.*, 2016).

2 | OBJETIVOS E RESULTADOS OBTIDOS

O objetivo da presente pesquisa foi realizar a prospecção de fungos filamentosos coletados e isolados na região de Araraquara, SP, identificá-los, e apresentar um *screening* da produção de enzimas pectinolíticas e amilolíticas dos mesmos, a fim de obter fungos bons produtores das enzimas alvos.

As coletas foram realizadas no Bosque do Jardim Botânico do município de Araraquara (SP W 48° 10' 839" a 978" e longitude S 21° 45' 498" a 584", com elevação mínima de 593 e máxima de 674 metros). Foram coletadas amostras de tronco, coqueiro e folhas de bambu em decomposição, formigueiro, cogumelos orelha de pau, totalizando 11 amostras. Estes materiais foram inoculados em placas de Petri contendo meio sólido de aveia 4%, para o isolamento dos fungos filamentosos.

Catorze isolados foram identificados, no mínimo, até gênero, mediante a observação microscópica de estruturas morfológicas, através de técnicas de microcultivo. O resultado obtido mostrou a presença de: B1: *Trichoderma sp.*; B2: *Acremonium sp.*; B4: *Mucor luteus*; B7: *Trichoderma pseudokoningii*; B8: *Rhizopus sp.*; B10: *Trichoderma koningii* (**Figura 3A**), entre outros mais dez fungos identificados como D1a: *Rhizopus sp.*; D1b: *Trichoderma sp.*; D2: *Mucor sp.*; D3: *Absidia pseudocylindrospora*; D4: *Trichoderma pseudokoningii*; D5: *Mucor circinelloides*; D6: *Trichoderma pseudokoningii*; D7: *Trichoderma pseudokoningii* e D9: *Mucor luteus* (**Figura 3B**).

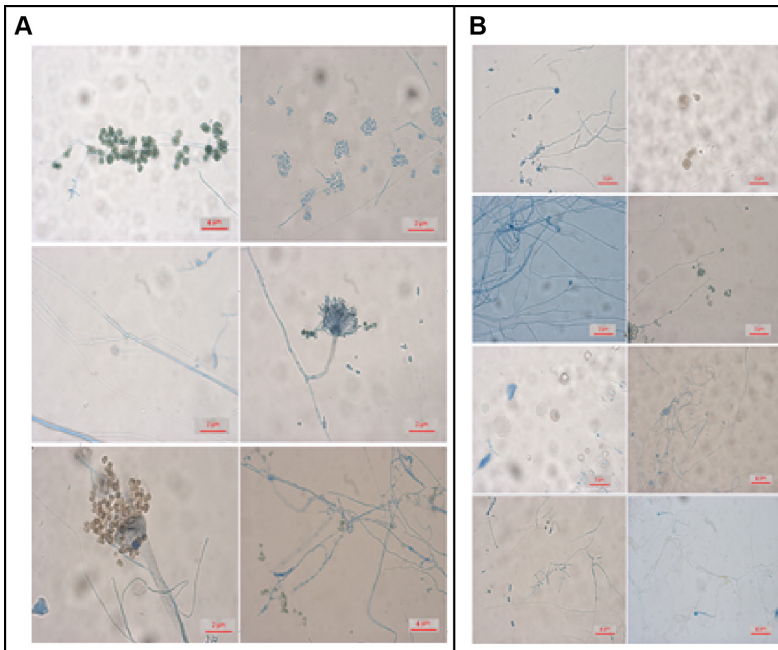


Figura 3. Micrografias dos fungos isolados a partir do material bruto coletado (A), da esquerda para a direita, de cima para baixo: B1, B2, B4, B7, B8 e B10, e do material coletado diluído (B), da esquerda para a direita, de cima para baixo: D1 (a+b), D2, D3, D4, D5, D6, D7 e D9.

Seguidamente à identificação, empregaram-se técnicas com corantes para detecção de atividade pectinolítica (**Figura 4**). Os fungos não apresentaram atividade amilolítica representativa em placas.

A produção de amilase e pectinase também foi estudada em fermentação submersa, por meio da determinação dos açúcares redutores pelo método de Miller (Miller, 1959), usando como substrato amido reagen 1% e ácido poligalacturônico sal sódico, respectivamente. Uma unidade de atividade enzimática (U/mL) correspondeu a hidrólise de 1 μ mol de açúcares redutores formados em 1 minuto, nas condições de ensaio, a 50°C. Dosou-se também as proteínas pelo método de Bradford (1976), para que fosse possível o cálculo da atividade específica em U/mg prot.

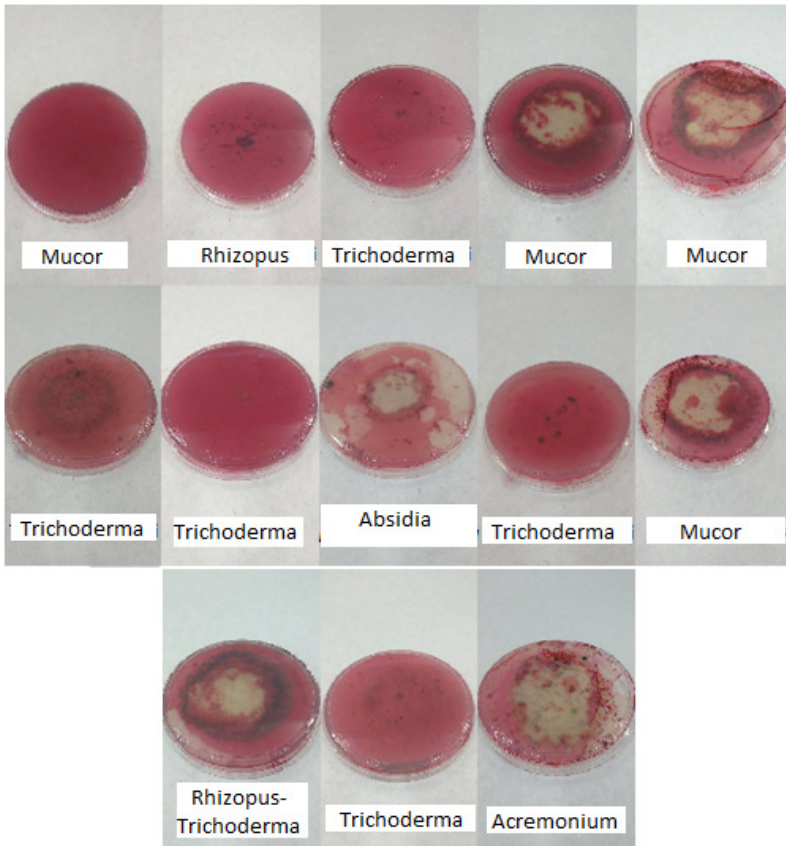


Figura 4. Fotografias do reverso das placas de Petri após banho com Vermelho de Rutênio para atividade pectinolítica, da esquerda para a direita: D2, B8, D7, D9, B4, D4, B10, D3, D6, D5, D1(a+b), B7 e B2.

Com relação à produtividade de amilase com os respectivos níveis proteicos (**Figura 5**) destacaram-se dois isolados de *Trichoderma*: B10 e D7, com cerca de 30 U/mg de proteína secretada.

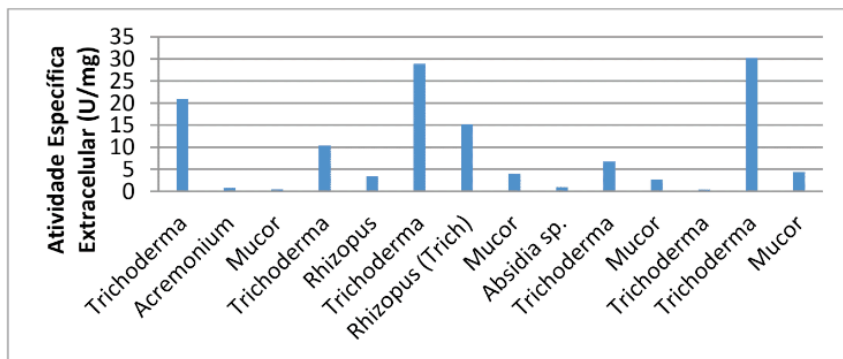


Figura 5. Atividade amilolítica específica extracelular (A). Os fungos correspondem a B1, B2, B4, B7, B8, B10, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7 e D9.

Com relação às pectinases secretadas (**Figura 6**), referenciadas em atividades específicas, o *Trichoderma* B10 superou largamente os demais alcançando os níveis de 5554 U/mg. Esse isolado foi o resultado mais destacado da pesquisa.

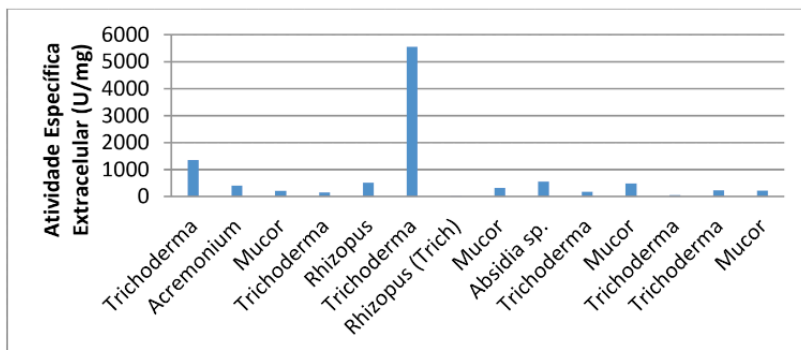


Figura 6. Atividade pectinolítica específica extracelular. Os fungos identificados pelo gênero correspondem respectivamente às amostras B1, B2, B4, B7, B8, B10, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7 e D9.

Do ponto de vista filogenético, membros de dois grandes grupos de fungos foram isolados e tiveram a atividade analisada, sendo dos filos Ascomycota e Mucoromycota. Assim, os gêneros *Absidia*, *Mucor* e *Rhizopus* são representantes do filo Mucoromycota, enquanto *Acremonium* e *Trichoderma* fazem parte do filo Ascomycota. Tem-se então que os melhores produtores de pectinases dentre os isolados analisados são do filo Ascomycota. Dentre as classes componentes deste, *Acremonium* e *Trichoderma* fazem parte do mesmo grupo (Sordariomycetes) e também da mesma família (Hypocreaceae), próximos filogeneticamente e distantes dos demais isolados, representantes do filo Mucoromycota.

Pela dosagem proteica, amilolítica e pectinolítica extracelulares conclui-se então que os fungos do gênero *Trichoderma* isolados foram os que apresentam alta atividade pectinolítica, o que é bastante satisfatório por poderem ser utilizados em processos bioquímicos importantes para as indústrias química, alimentícia, farmacêutica e biotecnológica. Quanto às enzimas amilolíticas, nenhum isolado apresentou atividade relevante quando comparadas ao que se tem na literatura.

Alguns *Trichoderma* apresentaram elevadíssimos valores em atividade pectinolítica, porém não todos, o que sugere uma diversidade coletada dentro desse gênero. Assim como ele, o representante do gênero *Acremonium*, que apresentou alguns bons valores, encontra-se também no filo Ascomycota, sendo próximos filogeneticamente além de serem os melhores produtores coletados. Mesmo os isolados que não apresentaram bons resultados podem ser bons produtores enzimáticos, entretanto uma caracterização mais aprofundada dos fungos e das enzimas para obter as condições ótimas de crescimento, produção e reação pode revelar melhores resultados no futuro.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. H. *et al.* **Screening of *Mucor* spp. for the production of amylase, lipase, polygalacturonase and protease.** Brazilian Journal of Microbiology, v. 33, n. 4, p. 325-330, 2002.
- BENNETT, J. W. **An overview of the genus *Aspergillus*.** Portland: Caister Academic Press, 2010. 238 p.
- BRADFORD, M. M. **A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding.** Analytical Biochemistry, 72: 248-254. 1976.
- CERQUEIRA, G. C. *et al.* **The *Aspergillus* Genome Database: multispecies curation and incorporation of RNA-Seq data to improve structural gene annotations.** Nucleic Acids Research, v. 42 p. D705-D710, 2013.
- CHONG, F. W. *et al.* **Expression of transforming growth factor- α and determination of apoptotic index in histopathological sections for assessment of the effects of Apigenin (4', 5', 7'-Trihydroxyflavone) on Cyclosporine A induced renal damage.** Malaysian Journal of Pathology, v. 31, n. 1, p. 35-43, 2009.
- DAMASIO, A. R. L. *et al.* **Biotechnological potential of alternative carbon sources for production of pectinases by *Rhizopus microsporus* var. *rhizopodiformis*.** Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 54, p. 141- 148, 2011.
- DE ALMEIDA, J. R. M.; COLLARES, D. G.; BARBOSA, P. F. D. **Bioprospecção microbiana.** Embrapa Agroenergia-Folder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E), 2015.
- DORLAND, N. W. **Dorlands medical dictionary: antibacterial.** Archived from the original on (2010 Nov 17), Retrieved (2010 Oct 29), 2010.

HARHOLT, J.; SUTTANGKAKUL, A.; SCHELLER, H. V. **Biosynthesis of pectin**. Plant physiology, v. 153, n. 2, p. 384-395, 2010.

HAWKSWORTH, D.; LÜCKING, R. **Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species**. Microbiology spectrum, v. 5, n 4, 2017.

HOFFMANN, K.; DISCHER, S.; VOIGT, K. **Revision of the genus *Absidia* (*Mucorales*, *Zygomycetes*) based on physiological, phylogenetic, and morphological characters; thermotolerant *Absidia* spp. form a coherent group, Mycocladiaceae fam. nov.** Mycological research, v. 111, n. 10, p. 1169-1183, 2007.

<https://www.alliedmarketresearch.com/enzymes-market> (acessado em 20/04/2019)

KASHYAP, D.R. *et al.* **Applications of pectinases in the commercial sector: A review**. Bioresources Technology, v. 77, p. 215-227, 2001.

LÜCKING, R. *et al.* **Unambiguous identification of fungi: where do we stand and how accurate and precise is fungal DNA barcoding?** IMA Fungus v. 11, p. 14, 2020.

MADIGAN, M. T. *et al.* **Microbiologia de Brock**. Porto Alegre: Artmed, 2016. 1032 p.

MARIANO, M. **Obtenção, caracterização e aplicação de nanocristais de celulose obtidos a partir do sisal**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Programa de Pós-Graduação em Química, Florianópolis, 2013.

METEO, N.; NADER, W.; TAMAYO, G. **Bioprospecting**. INBio. P. 471-488, 2014.

MILLER, G. L. **Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar**. Analytical chemistry, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

PEIXOTO, S.C. *et al.* ***Rhizopus microsporus* var. *rhizopodiformis*: a thermophilic fungus with potential for production of thermostable amylases**. International Microbiology., 6(4): 269-273, 2003.

PEIXOTO-NOGUEIRA, S. C. *et al.* **Evidence of thermostable amylolytic activity by *Rhizopus microsporus* var. *rhizopodiformis* using wheat bran and corncob as alternative carbon source**. Bioprocess Biosystem Engineering 31: 329-334, 2008.

PERDOMO, H. *et al.* **Spectrum of clinically relevant *Acremonium* species in the United States**. Journal of Clinical Microbiology v. 49, n. 1, 243-56, 2011.

PINHO, I. M., SCARCELLA, A. S. A. & POLIZELI, M. L. T. M. **Produção de um consórcio enzimático visando obtenção de Etanol 2G a partir do bagaço de cana**. In: Tópicos Multidisciplinares em Ciências Biológicas 3 / Organizador Edson da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, pp. 43-66. 2020.

POLIZELI, M.L.T.M. CARVALHO, C.C.; POLIZELI, A.M. **O Sistema Amilolítico**. In: Amilases Microbianas. São Paulo – Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP. Editores: T. M. Silva & M. L. T. M. Polizeli, pp. 23-32, 2016.

POLIZELI, M. L. T. M. *et al.* **Pectinases Produced by Microorganisms.** *In:* Fungal Enzymes, M. L. T. M. Polizeli and M. Rai. (Org.). 1ed. Boca Raton USA: CRC Press, v. 1, p. 316-340, 2013.

POLIZELI, M.L.T.M. *et al.* **Xylanases from fungi: properties and industrial applications.** *Applied Microbiology and Biotechnology*, 67: 577-591, 2005.

van TIEGHEM, P. **Troisième mémoire sur les Mucorinées.** *Annales des Sciences Naturelles, Botanique*, sér. v. VI, n. 4, p. 312–399, 1876.

ÍNDICE REMISSIVO

β -glucans 140, 143, 144, 149, 151, 152, 156

A

Ácido Acetilsalicílico 13, 157, 158, 159

Additives 140, 144, 146, 147, 149, 151, 152, 155

Adsorção 157, 158, 159, 160, 163, 167, 168, 169, 172

Aeromonadaceae 43, 44, 48, 50

Amilase 65, 66, 68, 70, 72, 73, 95, 98, 99, 100, 101

Aplicações industriais 66, 68, 70, 78, 79, 97, 106, 132, 138

Aspectos Microbiológicos 9, 176

Aspergillus tamarisii 12, 118, 119, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 130, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 138

B

Biodegradação 157, 158, 159, 160, 163, 165, 166, 168, 169, 172

Biofilme 13, 58, 157, 158, 160, 161, 162, 163, 164, 168, 169, 171, 172

Bioprospecção 65, 66, 75, 138

C

Cell Wall 12, 140, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155

Celulase 95, 98, 99, 100, 102, 107, 133

Contaminação microbiana 2, 63

Contamination 10, 2, 16, 17, 43, 44, 45, 50, 51, 52, 64, 86

D

Dengue 10, 38, 39, 40, 41, 42

Design de Plackett-Burman 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115

Diagnóstico 10, 14, 16, 17, 18, 21, 22, 36, 178, 179, 180

Diversidade Microbiana 158, 171, 172

Drenagem Urbana 2

E

Enterobacteriaceae 44, 48, 50, 57

Enzima fibrinolítica 119, 126

Epidemiologia 34, 38, 42, 63

Escarro 10, 14, 16, 18, 19, 20, 21, 22

Esgoto 1, 2, 3, 7, 159, 161, 172

Extração 30, 33, 68, 119, 121, 126, 134, 140, 161

F

Farelo de soja 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115

Fermentação 91, 97, 108, 110, 119, 121, 131, 138

Fermentação Submersa 72, 95, 97, 98, 99, 106, 107, 109, 110, 111, 116, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 138

Fitoterápicos 23

Floresta Atlântica 23

Fungo endofítico 12, 109, 110, 111

Fungo Filamentoso 102, 131, 134, 157, 164, 166, 171

Fungos 9, 11, 4, 18, 20, 23, 25, 27, 54, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 95, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 120, 131, 132, 136, 137, 138, 160, 182

H

Hidrolase 131

I

Infecção Hospitalar 55, 61, 63, 64

L

Linhagens de Levedura 79

Lipase 68, 75, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 104, 137

M

Mollusks 43, 44, 45

Mycobacterium tuberculosis 13, 14, 15, 17, 176, 177

O

Óleos essenciais 36, 78, 79

P

Pau d'alho 23

Pectinase 65, 66, 72

Protease 68, 75, 95, 96, 98, 99, 100, 104, 105, 106, 108, 122, 124, 127, 128, 129, 131, 132, 134, 136, 137, 138, 139

Q

Quitinase 12, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116

R

Resíduos Agroindustriais 12, 104, 130, 131, 133, 135, 138

Resistência microbiana 55, 59

S

Saccharomyces Sensu Stricto 78, 79, 81, 83, 85, 86, 90, 91, 93

Sensibilidade 10, 14, 18, 23

Sistema bifásico 119

Sobral 10, 13, 14, 38, 39, 40, 41, 176, 177, 178, 180, 181

Superfícies contaminadas 55

T

Tuberculose 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 176, 177, 178, 179, 180, 181

V

Vibrionaceae 43, 44, 48, 50

Y

Yeast 12, 33, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 151, 152, 153, 154, 155, 156

PROJETOS INOVADORES E PRODUÇÃO INTELECTUAL NA MICROBIOLOGIA

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

PROJETOS INOVADORES E PRODUÇÃO INTELECTUAL NA MICROBIOLOGIA

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 