

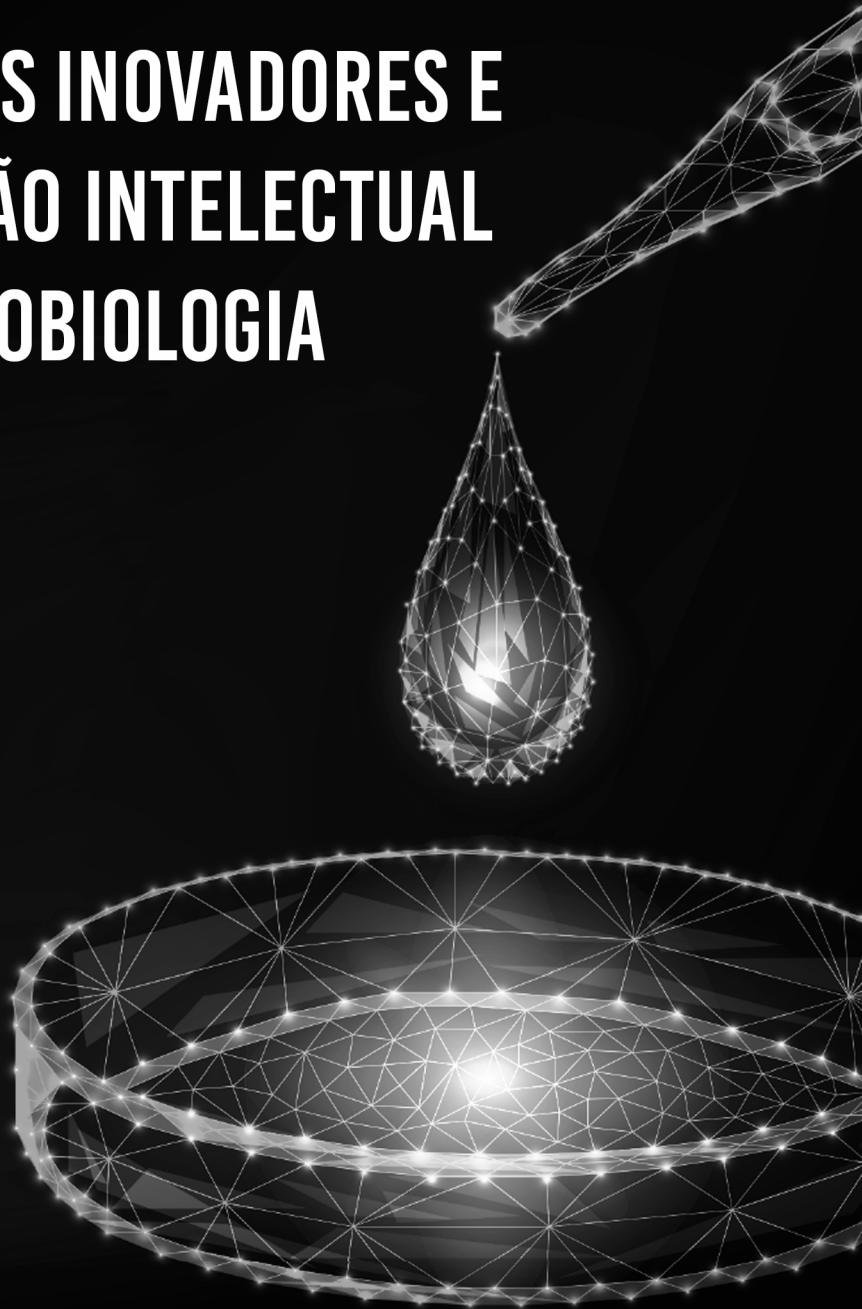
BENEDITO RODRIGUES DA SILVA NETO  
(ORGANIZADOR)

# 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 Cremo

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

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

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

## **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

## 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  $\beta$  GLUCANS FOR A BIOTECHNOLOGICAL PURPOSE**

Carina Maricel Pereyra

**DOI 10.22533/at.ed.74720171114**

<b>CAPÍTULO 15.....</b>	<b>157</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.74720171115</b>	
<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>176</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.74720171116</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>182</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>183</b>



## INVESTIGAÇÃO DE FUNGOS PRODUTORES DE ENZIMAS DE INTERESSE BIOTECNOLÓGICO

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 02/10/2020

### Layne Even Borges de Souza

Faculdade Estácio do Amazonas  
Manaus – Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/7100762298589923>

### Leidiana Pinto da Costa

Faculdade Estácio do Amazonas  
Manaus – Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/1294773075176577>

### Rafael Cardoso Bastos

Faculdade Estácio do Amazonas  
Manaus – Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/6737955158182926>

### Thayana Cruz de Souza

Faculdade Estácio do Amazonas  
Manaus – Amazonas  
<http://lattes.cnpq.br/1915511415927481>

**RESUMO:** A utilização de microrganismos como fontes produtoras de enzimas tem se mostrado promissora, pois estes compõem um dos maiores recursos genéticos disponíveis no planeta. Considerando o avanço industrial global crescente e a demanda por fontes de produção de qualidade e baixo custo, a investigação de fungos filamentosos no processo de produção de enzimas se faz necessária e pode contribuir com o desenvolvimento e expansão de produtos biotecnológicos, especialmente na região Amazônica, onde, apesar da sua biodiversidade,

ainda tem estes recursos pouco explorados. O presente estudo teve como objetivo investigar a capacidade de fungos filamentosos para a produção de enzimas de interesse industrial e biotecnológico: proteases, amilases, celulasas e lipases. Para isto, foram selecionados oito fungos da Coleção de Fungos da Amazônia (CFAM) Fiocruz – AM: CFAM 0027 *Aspergillus oryzae*, CFAM 234 *Aspergillus sp.*, CFAM 959 *A. subolivaceo*, CFAM 39 *Penicillium janthinellum*, CFAM 59 *P. fellutanum*, CFAM 462 *Penicillium sp.*, CFAM 592 e CFAM 47 *P. citrinum*. As culturas foram reativadas em meio de cultura Ágar Sabouraud (SAB). A obtenção dos extratos enzimáticos foi feita por fermentação submersa durante 7 dias em solução de Manachini suplementado com 0,5% do substrato indutor para cada enzima, sendo: gelatina para protease, amido para amilase, CMC (carboximetil-celulase) para celulase e Tween 80 para lipase. Para os testes enzimáticos, utilizou-se o método de *cup-plate*. Diante disso, observou-se que todos os microrganismos foram capazes de produzir pelo menos três das enzimas estudadas, enquanto que duas espécies apresentaram atividade para todas as enzimas avaliadas: CFAM 47 *P. citrinum* e CFAM 59 *P. fellutanum*. Entre os isolados, 37,5% revelaram resultados positivos para protease, 100% para amilase e lipase, e 87,5% para celulase. Desta forma, os resultados obtidos podem ser considerados promissores, uma vez que demonstram a potencialidade da aplicação biotecnológica de fungos da Amazônia em diferentes setores da indústria.

**PALAVRAS - CHAVE:** amilase; celulase; fungos; lipase; protease

## INVESTIGATION OF FUNGI PRODUCERS OF ENZYMES OF BIOTECHNOLOGICAL INTEREST

**ABSTRACT:** The use of microorganisms as enzyme-producing sources has shown promise, as they make up one of the largest genetic resources available on the planet. Considering the increasing global industrial advance and the demand for quality and low-cost production sources, the investigation of filamentous fungi in the enzyme production process is necessary and can contribute to the development and expansion of biotechnological products, especially in the Amazon region, where, despite its biodiversity, it still has these little explored resources. The present study aimed to investigate the capacity of filamentous fungi for the production of enzymes of industrial and biotechnological interest: proteases, amylases, cellulases and lipases. For this, eight fungi from the Amazon Fungi Collection (CFAM) Fiocruz - AM were selected: CFAM 0027 *Aspergillus oryzae*, CFAM 234 *Aspergillus sp.*, CFAM 959 *A. subolivaceo*, CFAM 39 *Penicillium janthinellum*, CFAM 59 *P. fellutanum*, CFAM 462 *Penicillium sp.*, CFAM 592 and CFAM 47 *P. citrinum*. The cultures were reactivated in Ágar Saboraud (SAB) culture medium. The enzymatic extracts were obtained by submerged fermentation for 7 days in Manachini's solution supplemented with 0.5% of the inducing substrate for each enzyme: gelatin for protease, starch for amylase, CMC (carboxymethyl cellulase) for cellulase and Tween 80 for lipase. For enzymatic tests, the *cup-plate* method was used. Therefore, it was observed that all microorganisms were able to produce at least three of the studied enzymes, while two species showed activity for all evaluated enzymes: CFAM 47 *P. citrinum* and CFAM 59 *P. fellutanum*. Among the isolates, 37.5% showed positive results for protease, 100% for amylase and lipase, and 87.5% for cellulase. In this way, the results obtained can be considered promising, since they demonstrate the potential of biotechnological application of fungi from the Amazon in different sectors of the industry.

**KEYWORDS:** amylase; cellulase; fungi; lipase; protease

### 1 | INTRODUÇÃO

O termo enzima foi empregado pela primeira vez pelo fisiologista alemão Wilhelm Kuhne em 1878 para descrever a atividade fermentativa em leveduras (Food Ingredients Brasil, 2011). Estas podem ser definidas como moléculas orgânicas de natureza proteica (com exceção das ribozimas), que atuam como catalisadores e aceleram a velocidade dos processos químicos, sem alterar a sua composição (Fernandes et al., 2010). Na ausência das enzimas, os processos biológicos seriam extremamente lentos e o fornecimento de produtos para o metabolismo seria insuficiente para a sua demanda (Leopoldo, 2009).

As enzimas são divididas por grupos, em conformidade com o tipo de reação química a ser catalisada. As oxirredutases promovem reações de oxidação-redução ou transferência de elétrons; as transferases atuam na transferência de grupos funcionais como amina e fosfato; as hidrolases promovem a hidrólise e ligação covalente; as liases atuam na quebra de ligações covalentes; as isomerases atuam nas reações de interconversão entre isômeros óticos ou geométricos e as ligases promovem a formação de novas moléculas a partir da ligação entre duas pré-existentes (Coelho et al., 2008).

Dois métodos podem ser utilizados para a produção de enzimas, um deles é conduzido em meio líquido, chamado de Fermentação submersa (FSm) e outro em meio sólido, a Fermentação em estado sólido (FES). A escolha do processo fermentativo deve levar em consideração o ambiente físico ao qual o microrganismo está habituado (Oliveira et al., 2013). A Fermentação Submersa consiste na solubilização dos nutrientes em água livre para a fermentação do microrganismo, com controle de agitação, temperatura e pH. Propicia melhores condições de crescimento para bactérias e leveduras, devido a sua facilidade em absorver nutrientes neste estado. Já a Fermentação em estado sólido define o cultivo de microrganismos em um substrato sólido, isento de água livre e com baixa umidade. Nestas condições, o crescimento de fungos é mais eficiente (Couto e Sanromán, 2006).

As enzimas podem ser obtidas a partir de fontes vegetais, animais ou de microrganismos e aplicadas em diversos processos industriais, como nas indústrias farmacêutica, têxtil, alimentícia e também na medicina (Singhania et al., 2009). Dentre as principais enzimas de interesse comercial, podem ser destacadas as amilases, que catalisam a hidrólise da amilopectina, da amilose e do glicogênio e são utilizadas na produção de pães, cervejas e xaropes (Fernandes, 2007); as proteases, que são enzimas que promovem a quebra das ligações peptídicas entre os aminoácidos das proteínas e são aplicadas na produção de queijos e fabricação de detergentes (Rao et al., 1998); as celulases, que catalisam a hidrólise da celulose e são utilizadas na liquefação de frutas para a produção de sucos (Castro e Pereira Jr., 2010); e as lipases, que tem como função catalisar a hidrólise de triglicerídeos em glicerol e ácidos graxos livres e são aplicadas em biotecnologia para realçar o sabor e o aroma em produtos como o queijo (Hasan et al., 2006).

Atualmente, a aplicação de enzimas industriais representa cerca de 60% do mercado mundial de enzimas. As indústrias de alimentos, rações e detergentes são as maiores responsáveis por essa demanda, gerando cerca de U\$ 5 bilhões para a economia global em 2020 (Monteiro e do Nascimento Silva, 2009; Souza, 2015; EMBRAPA, 2017).

A crescente demanda por enzimas para a aplicação industrial motivou a busca por novas linhagens de fungos e bactérias capazes de produzir essas moléculas (Silva, 2018). A utilização de fungos filamentosos como fontes produtoras de enzimas tem se mostrado promissora, pois estes microrganismos compõem um dos maiores recursos genéticos disponíveis no planeta (Oyelekeet al., 2010). Além de serem facilmente adaptáveis a variados ambientes e condições adversas, podem ser clonados e reproduzidos em larga escala e são capazes de produzir um grande número de metabólitos (Orlandelli, et al., 2012). Algumas espécies possibilitam a produção de enzimas diversificadas, muitas das quais podem ser utilizadas em biotecnologia (Pereira e de Freitas, 2012).

Considerando os avanços industriais globais crescentes e a demanda por fontes de produção de qualidade e de baixo custo, a avaliação de microrganismos no processo de

produção de enzimas de interesse se faz necessária e pode contribuir com o desenvolvimento e expansão de produtos biotecnológicos, especialmente na região Amazônica, onde, apesar da sua biodiversidade, ainda tem estes recursos pouco explorados.

O presente estudo teve como objetivo investigar a capacidade de fungos filamentosos para a produção de enzimas de interesse industrial e biotecnológico.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Microrganismos

Os microrganismos foram obtidos da Coleção de Fungos da Amazônia (CFAM) Fiocruz – AM. Para a realização dos experimentos foram selecionados oito fungos filamentosos: CFAM 0027 *Aspergillus oryzae*, CFAM 234 *Aspergillus sp.*, CFAM 959 *Aspergillus subolivaceo*, CFAM 39 *Penicillium janthinellum*, CFAM 59 *Penicillium fellutanum*, CFAM 462 *Penicillium sp.* e CFAM 592 e CFAM 47 *Penicillium citrinum*.

### 2.2 Reativação das Culturas

As culturas foram reativadas em meio de cultura Ágar Sabouraud (SAB) em placas de Petri ( $\varnothing = 100 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$ ) e os cultivos foram mantidos a  $25^\circ \text{C}$  por 7 dias (cultura estoque).

### 2.3 Condições de Cultivo para Obtenção das Enzimas

A obtenção dos extratos enzimáticos foi feita por fermentação submersa. A partir das culturas-estoque foram feitos 3 plugs de 8 mm e transferidos para frascos Erlenmeyer contendo 30 ml de solução de Manachini, suplementado com 0,5% do substrato indutor de cada enzima, sendo eles: amido para amilase, gelatina para protease, carboximetilcelulose (CMC) para celulase e Tween 80 para lipase (Teixeira et al., 2011). Os cultivos foram submetidos a agitação constante a 150 rpm, por 7 dias à  $28^\circ \text{C}$ . O extrato foi separado da biomassa por filtração à vácuo utilizando papel de filtro Whatman nº1 e em seguida membrana filtrante ( $0,45 \mu\text{m}$ ). Nos extratos brutos recuperados foram determinadas as atividades enzimáticas.

### 2.4 Testes Enzimáticos

O método utilizado foi de *cup-plate*, o qual consistiu na confecção de 3 poços em cada placa com os meios de cultivo respectivos para cada enzima. Em cada poço, foram aplicados 150  $\mu\text{l}$  de cada extrato obtido da filtração, em seguida eles foram identificados e incubados à  $28^\circ \text{C}$  por 24 horas.

A atividade enzimática foi determinada a partir da média dos diâmetros (mm) dos halos de degradação que se formaram ao redor dos poços.

## 2.4.1 Revelação da Atividade Enzimática

### 2.4.1.1. Protease

A atividade proteolítica foi observada pela formação de um halo translúcido ao redor de cada *cup-plate*.

### 2.4.1.2. Lipase

A presença de lipases ocasionou a formação de pequenos cristais ao redor de cada *cup-plate*.

### 2.4.1.3. Amilase

Para a constatação dos halos de amilase foi utilizado vapor de iodo como reagente. A placa contendo o extrato enzimático foi vertida sobre o iodo ressublimado. A presença das enzimas amilolíticas pôde ser avaliada pela coloração azulada no meio sólido e a ação enzimática foi observada pela formação dos halos translúcidos ao redor de cada *cup-plate*.

### 2.4.1.4. Celulase

A revelação da atividade de celulase foi realizada com o auxílio de uma solução de vermelho do Congo a 0,1 % (p/v) e NaCl 1M. Primeiramente foi adicionada a solução de vermelho do Congo de modo a cobrir toda a superfície do meio, por 20 minutos. Em seguida a solução foi descartada e adicionada a solução de NaCl 1M, por mais 20 minutos. Após o descarte da solução de NaCl 1M, a presença das enzimas celulolíticas foi observada pela coloração vermelha em meio sólido e a atividade enzimática pela formação do halo alaranjado ao redor de cada *cup-plate*.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizados quatro testes enzimáticos com os oito fungos selecionados a partir do extrato das culturas obtidos por fermentação submersa. Os resultados das atividades enzimáticas estão apresentados na Tabela 1. Observou-se que todos os microrganismos foram capazes de produzir pelo menos três das enzimas estudadas, enquanto duas espécies apresentaram atividade para todas as enzimas avaliadas: CFAM 47 *P. citrinum* e CFAM 59 *P. fellutanum*.

Fungos isolados	Enzimas			
	Protease	Lipase	Amilase	Celulase
0027 <i>Aspergillus oryzae</i>	-	20,0	17,3	22,3
234 <i>Aspergillus sp.</i>	-	18,3	18,3	19,0
959 <i>Aspergillus subolivaceo</i>	15,3	20,3	14,3	-
47 <i>Penicillium citrinum</i>	12,0	20,7	14,3	17,0
39 <i>Penicillium janthinellum</i>	-	17,7	17,3	18,3
59 <i>Penicillium fellutanum</i>	14,3	18,7	10,3	16,0
462 <i>Penicillium sp.</i>	-	19,7	17,0	18,7
592 <i>Penicillium citrinum</i>	-	18,7	13,3	18,0

Tabela 1. Média dos tamanhos dos halos (mm) em meio sólido.

Entre os isolados, 37,5% revelaram resultados positivos para protease. A Figura 2 apresenta o resultado obtido da degradação do substrato pela atividade proteolítica, dos extratos dos fungos CFAM 59 *P. fellutanum* e CFAM 47 *P. citrinum*.

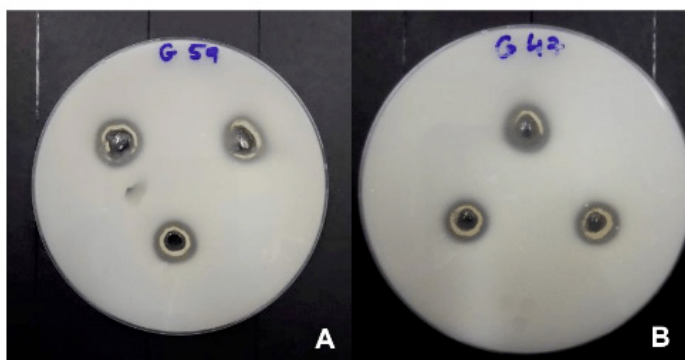


Figura 2. Atividade proteolítica de CFAM 59 *P. fellutanum* (A) e CFAM 47 *P. citrinum* (B).

A capacidade de produção de enzimas proteolíticas por *P. fellutanum* e *P. citrinum* pôde ser observada por Rodarte (2005). Estudos realizados por Chrzanowska et al. (1993) e Durand-Poussereau e Fevre (1996) também corroboram com a literatura na eficiente secreção de proteases pelo gênero *Penicillium*. Quanto aos isolados CFAM 47 e CFAM 592, embora correspondam à mesma espécie (*P. citrinum*), apresentaram resultados diferentes, sendo 47 positivo para protease e 592 negativo. Isto significa que a produção de proteases é específica para cada isolado e não para determinada espécie, o que pode ou não ser ativado dependendo do meio de cultivo. Essas divergências reafirmam que a produção de proteases depende diretamente da sua linhagem, conforme descrito por outros autores

(Ellaiah et al., 2002; Koka e Weimer, 2000; Agrawal et al., 2004 e Germano et al., 2003). As enzimas proteolíticas obtidas de espécies dos gêneros *A. sp.* e *P. sp.* são utilizadas para o processo de coagulação do leite na fabricação de queijos e na hidrólise de substâncias de sopas e alimentos salgados (Food ingredients Brasil, 2011).

A atividade amilolítica pôde ser observada em 100% dos isolados. A Figura 3 apresenta os maiores halos, produzidos pelo fungo CFAM 234 *Aspergillus. sp.*

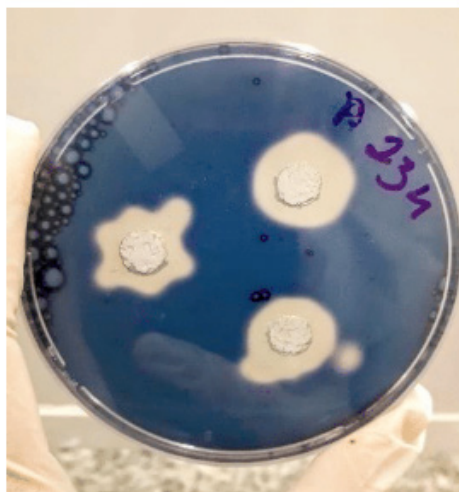


Figura 3. Atividade amilolítica de CFAM 234 *A. sp.*

A frequência dos microrganismos isolados produtores de amilases foi semelhante à encontrada por Saleem e Ebrahim (2014). Os resultados desse estudo são superiores aos encontrados por Lima et al. (2015) que testaram a produção de amilases com isolados de algumas espécies de *Aspergillus*, *Penicillium* e *Rhizopus* em diferentes concentrações. Sob concentração de 0,5% de amido, a produção máxima dos halos de amilase para *Aspergillus* foi de 10,0 mm e para *Penicillium* 6,0 mm. Conforme Amin et al. (2011), a concentração do substrato é proporcional à atividade enzimática. *A. oryzae* é amplamente utilizado na indústria alimentícia, para a produção de alimentos como molho de soja e enzimas comerciais como  $\alpha$ -amilase (Kammoun, et al., 2008).

Com relação aos resultados obtidos para lipase, 100% dos isolados foram produtores da enzima. O fungo que produziu os maiores halos foi CFAM 959 *A. subolivaceo*, representado pela Figura 4.



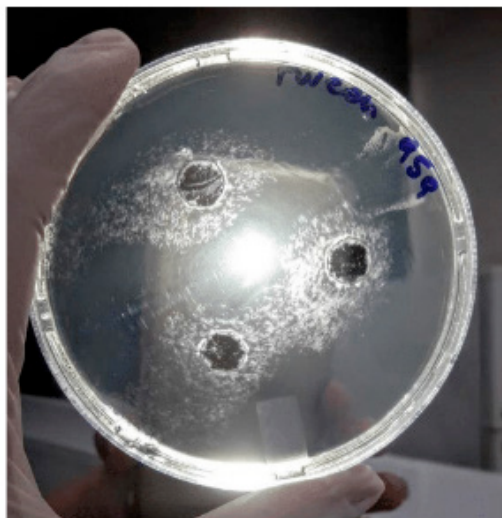


Figura 4. Atividade lipolítica de CFAM 959 *A. subolivaceo*.

Sharma et al. (2001) citam diversas cepas fúngicas como boas produtoras de lipases, entre elas, *Aspergillus* e *Penicillium*. Outros autores corroboram com a eficiência destes dois microrganismos como secretores de enzimas lipolíticas (Rapp e Backhaus, 1992; Carvalho et al., 2005; Hasan, et al., 2006; Castro, 2010; Mendes, 2005). Roveda et al. (2010) avaliaram a produção de lipases por diferentes cepas de microrganismos isolados a partir de efluentes de laticínios e concluíram que os fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* tiveram as maiores atividades enzimáticas. No presente estudo, os isolados CFAM 0027 *A. oryzae*; CFAM 959 *A. subolivaceo* e CFAM 47 *P. citrinum* obtiveram atividades lipolíticas acima do índice descrito por Stamford et al. (1998) os quais determinaram que, para um fungo filamentoso ser considerado um bom produtor de enzimas, o valor da atividade enzimática deve ser igual ou maior a 2,0. Assim, este estudo corrobora com o potencial promissor da utilização de espécies dos gêneros de *Aspergillus sp.* e *Penicillium sp.* para a produção e aplicação biotecnológica das enzimas de interesse, tendo função relevante em setores industriais como alimentos e de cosméticos (Hasan et al., 2006).

No que se refere às atividades celulolíticas, 87,5% dos fungos foram capazes de secretar celulase quando cultivados em meio líquido. A Figura 5 representa a atividade enzimática produzida pelo fungo CFAM 0027 *A. oryzae* e apresenta os maiores halos.

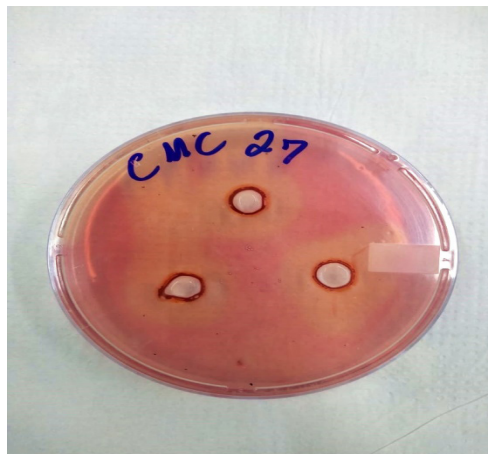


Figura 5. Atividade celulolítica de CFAM 0027 *A. oryzae*.

A zona mais clara ao redor das colônias corresponde ao halo indicador da degradação por atividade celulolítica. A visualização do halo depende de diversos fatores, incluindo a adição de algumas substâncias químicas do meio de cultura, que podem interferir no corante e gerar resultados falso-positivos, provocar sua precipitação ou inibir a ligação deste aos polissacarídeos (Neirotti e Azevedo, 1988). CRAGG et al. (2015) afirmam que a cristalinidade da celulose configura um obstáculo para a ação das enzimas, dificultando o acesso das mesmas. IRFAN et al. (2012) relatam que a natureza insolúvel e a estrutura cristalina da celulose dificultam a sua degradação. O halo formado pelo fungo CFAM 0027 *A. oryzae* exposto neste estudo, é maior do que o halo formado pelo fungo *Aspergillus foetidus* MTCC 10367 (1,8 cm), investigado por Pasha et al. (2013). Griebeler et al., (2015) investigaram uma seleção de fungos filamentosos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* com potencial para a produção de amilases, proteases, celulases e pectinases e obtiveram resultados da atividade celulolítica para *A. sp.* entre 1,4 cm e 1,7 cm, inferiores ao presente estudo. Segundo Singhanian et al. (2010), os fungos filamentosos são as maiores fontes de celulases e hemicelulases. Para Ruegger e Tauk-Tornisielo (2004), a maior parte das celulases comerciais são produzidas por fungos filamentosos do gênero *Trichoderma*, *Penicillium* e *Aspergillus*. As enzimas celulolíticas obtidas a partir de fungos tem sido cada vez mais investigadas devido a sua aplicabilidade em diversas áreas comerciais, como na indústria têxtil e de detergentes (Souza et al., 2008) e na indústria alimentícia, algumas espécies do gênero *Aspergillus* são empregadas no processo de liquefação de frutas para a produção de sucos (Food Ingredients Brasil, 2011).

Embora a maioria dos resultados de degradação enzimática estejam abaixo do descrito por Stamford et al. (1998), alguns padrões para otimização da produção de enzimas ainda precisam ser observados, uma vez que variações de pH, temperatura e

concentrações do substrato podem interferir na capacidade catalítica das enzimas. Lehninger et al.(2002) propuseram que as enzimas possuem um pH ótimo no qual a atividade catalítica é maximizada, ou seja, a variação no pH (mais ácido ou mais alcalino), pode levar a desnaturação e conseqüente perda da atividade biológica. A temperatura é outro fator determinante da atividade enzimática: quanto maior for a temperatura, maior será a velocidade da reação. No entanto, existe uma temperatura limite para que não ocorra a desnaturação da enzima. Essa temperatura na qual ocorre a atividade máxima é denominada temperatura ótima (Lehninger et al., 2002). Para Amin et al. (2011), a concentração do substrato é proporcional à atividade enzimática, ou seja, o aumento da concentração leva à uma maior produção da enzima.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram que os fungos depositados na Coleção de Fungos da Amazônia foram capazes de produzir amilases, celulasas, proteases e lipases, sendo estas, biomoléculas de grande importância comercial. Estes resultados podem ser considerados promissores, uma vez que evidenciam a potencialidade da aplicação biotecnológica de fungos da Amazônia em diferentes setores da indústria.

## REFERÊNCIAS

AGRAWAL, D. et al. **Production of alkaline protease by *Penicillium* sp. under SSF conditions and its application to soy protein hydrolysis.** Process biochemistry, v. 39, n. 8, p. 977-981, 2004.

AMIN, F.; BHATTI, H. N.; REHMAN, S. **Optimization of growth parameters for lipase production by *Ganoderma lucidum* using response surface methodology.** African Journal of Biotechnology, v. 10, n. 28, p. 5514-5523, 2011.

BRAGA, A. A.; DE MORAIS, P. B.; LINARDI, V. R. **Screening of yeasts from Brazilian Amazon rain forest for extracellular proteinases production.** Systematic and applied microbiology, v. 21, n. 3, p. 353-359, 1998.

CARVALHO, P. D. O. et al. **Potencial de biocatálise enantiosseletiva de lipases microbianas.** Química Nova, 2005.

CASTRO, A. M. D.; PEREIRA JR, N. **Produção, propriedades e aplicação de celulasas na hidrólise de resíduos agroindustriais.** Química Nova, v. 33, n. 1, p. 181-188, 2010.

CHRZANOWSKA, J.; KOLACZKOWSKA, M.; POLANOWSKI, A. **Produção de enzimas proteolíticas exocelulares por várias espécies de *Penicillium*.** Enzima e tecnologia microbiana, v. 15, n. 2, p. 140-143, 1993.

COELHO, M. A. Z.; SALGADO, A. M.; RIBEIRO, B. D. **Tecnologia enzimática.** Editora EPUB, 2008.

COUTO, S. R.; SANROMÁN, M. A. **Application of solid-state fermentation to food industry—a review.** Journal of Food Engineering, v. 76, n. 3, p. 291-302, 2006.

CRAGG, S. M. et al. **Lignocellulose degradation mechanisms across the Tree of Life.** Current Opinion in Chemical Biology, v. 29, p. 108-119, 2015.

DE SOUZA, H. Q.; DE OLIVEIRA, L. A.; ANDRADE, J. S. **Seleção de Basidiomycetes da Amazônia para produção de enzimas de interesse biotecnológico.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 28, n. 1, p. 116-124, 2008.

DURAND-POUSSEREAU, N.; FEVRE, M. **Characterization of a protease deficient strain of Penicillium roqueforti generated by heterologous plasmid integration: potential use for protein production.** Journal of biotechnology, v. 51, n. 1, p. 97105, 1996.

ELLAIAH, P.; SRINIVASULU, B.; ADINARAYANA, K. **A review on microbial alkaline proteases.** 2002. Disponível em: <http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/26375>. Acesso em 13 ago. 2019 às 22:32.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Novo microrganismo produz enzima de interesse industrial com mais sustentabilidade.** Brasília (DF), 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28467220/novo-microrganismo-produz-enzima-de-interesse-industrial-com-mais-sustentabilidade>. Acesso em: 15 jul. 2019 às 17:40.

FERNANDES, A. P. **Avaliação do potencial enzimático de fungos filamentosos isolados de diferentes fontes.** Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2009.

FERNANDES, K. F.; LIMA, C. S.; LOPES, F. M. **Técnicas de imobilização de enzimas.** Revista Processos Químicos, v. 4, n. 7, p. 53-58, 2010.

FERNANDES, L. P. **Produção de amilases pelo fungo Macrophomina phaseolina.** Revista eletrônica de Farmácia, v. 4, n. 1, 2007.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Enzimas: natureza e ação nos alimentos.** Revista-Fi, 2011. Disponível em <http://www.revista-fi.com/materias/166.pdf>. Acesso em 03 jun. 2019 às 15:32.

GERMANO, S. et al. **Characterization and stability of proteases from Penicillium sp. Produced by solid-state fermentation.** Enzyme and microbial technology, v. 32, n. 2, p. 246-251, 2003.

GRIEBELER, N. E. et al. **Seleção de fungos filamentosos produtores de amilases, proteases, celulases e pectinases.** Revista Acadêmica Ciência Animal, v. 13, 2015.

HASAN, F.; SHAH, A. A.; HAMEED, A. **Industrial applications of microbial lipases.** Enzyme and Microbial technology, v. 39, n. 2, p. 235-251, 2006.

HERNÁNDEZ, M. S. et al. **Amylase production by Aspergillus niger in submerged cultivation on two wastes from food industries.** Journal of food processing engineering, v. 73, p. 93-100, 2006.

IRFAN, Muhammad et al. Isolation and screening of cellulolytic bacteria from soil and optimization of cellulose production and activity. **Turkish Journal of Biochemistry/Turk Biyokimya Dergisi**, v. 37, n. 3, 2012. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/230674526\\_Isolation\\_and\\_screening\\_of\\_cellulolytic\\_bacteria\\_from\\_soil\\_and\\_optimization\\_of\\_cellulase\\_production\\_and\\_activity](https://www.researchgate.net/publication/230674526_Isolation_and_screening_of_cellulolytic_bacteria_from_soil_and_optimization_of_cellulase_production_and_activity). Acesso em 23 set. 2019 às 20:40.

JIN, B. et al. **Utilization of starch processing wastewater for production of microbial biomass protein and fungal  $\alpha$ -amylase by *Aspergillus oryzae***. *Bioresource technology*, v. 66, n. 3, p. 201-206, 1998.

KAMMOUN, R.; NAILI, B.; BEJAR, S. **Application of a statistical design to the optimization of parameters and culture medium for  $\alpha$ -amylase production by *Aspergillus oryzae* CBS 819.72 grown on gruel (wheat grinding by-product)**. *Bioresource technology*, v. 99, n. 13, p. 5602-5609, 2008.

KOKA, R.; WEIMER, B. C. **Isolation and characterization of a protease from *Pseudomonas fluorescens* RO98**. *Journal of applied microbiology*, v. 89, n. 2, p. 280-288, 2000.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger Princípios de Bioquímica**, 3 ed. 975p. São Paulo: Editora Sarvier, 2002.

LEOPOLDO, P. D. T. G. **Bioquímica**. 1 ed. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2009.

LIMA, M.S. et al. **Potencial de fungos filamentosos na produção de enzimas utilizando diferentes fontes de amido**. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, v. 5, n. 1, p. 49-53, 2015.

MENDES, A. A. et al. **Aplicação de lipases no tratamento de águas residuárias com elevados teores de lipídeos**. *Química Nova*, v. 28, n. 2, p. 296-305, 2005.

MONTEIRO, V. N.; DO NASCIMENTO SILVA, R. **Aplicações industriais da biotecnologia enzimática**. *Revista processos químicos*, v. 3, n. 5, p. 9-23, 2009.

NEIROTTI, E.; AZEVEDO, J. L. **Técnica semiquantitativa de avaliação da produção de celulasas em *Humicola* sp.** *Revista de Microbiologia*, v. 19, n. 1, p. 78-81, 1988.

NELSON, D. L.; COX, M. M.; **LEHNINGER, Princípios de Bioquímica**. Sarvier, 3ª edição. São Paulo, 2002.

OLIVEIRA, A. C. D. et al. **Utilização de resíduos da agroindústria para a produção de enzimas lipolíticas por fermentação submersa**. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 15, n. 1, p. 19-26, 2013.

ORLANDELLI, R. C. et al. **Enzimas de interesse industrial: produção por fungos e aplicações**. *SaBios-Revista de Saúde e Biologia*, v. 7, n. 3, 2012.

OYELEKE, S. B. et al. **Screening of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus fumigatus* strains for extracellular protease enzyme production**. *Journal of Microbiology and Antimicrobials*, v. 2, n. 7, p. 83-87, 2010.

PASHA, K. M. et al. **Screening of a pectinolytic fungal strain; *Aspergillus foetidus* MTCC 10367 for the production of multiple enzymes of industrial importance.** International Journal of Pharma and BioSciences, v. 4, n. 2, p. B1205-1209, 2013.

PEREIRA, A. R. B.; DE FREITAS, D. A. F. **Uso de microrganismos para a biorremediação de ambientes impactados.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 6, n. 6, p. 995-1006, 2012.

POLIZELLI, M. L.; RIZZATI, A. C.; MONTI, R., TERENCEI, H., JORGE, J. AMORIM, D. **Xylans and xylanases from fungi: properties and industrial applications.** Appl. Microbial. Biotechnol, v. 67, n. 5, p. 577-591, 2005.

RAO, Mala B. et al. **Molecular and biotechnological aspects of microbial proteases.** Microbiol. Mol. Biol. Rev., v. 62, n. 3, p. 597-635, 1998.

RAPP, P.; BACKHAUS, S. **Formation of extracellular lipases by filamentous fungi, yeasts, and bacteria.** Enzyme and Microbial Technology, v. 14, n. 11, p. 938-943, 1992.

RODARTE, M. P. **Atividade proteolítica de bactérias Leveduras e fungos isolados dos frutos e grãos de café (*Coffea arábica* L.).** 86p. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola). Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2005.

ROVEDA, M.; HEMKEMEIER, M.; COLLA, L. M. **Avaliação da produção de lipases por diferentes cepas de microrganismos isolados em efluentes de laticínios por fermentação submersa.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30, n. 1, p. 126-131, 2010.

RUEGGER, M. J.; TAUK-TORNISIELO, S. M. **Atividade da celulase de fungos isolados do solo da Estação Ecológica de Juréia-Itatins, São Paulo, Brasil.** Brazilian Journal of Botany, p. 205-211, 2004.

SALEEM, A.; EBRAHIM, M. KH. **Production of amylase by fungi isolated from legume seeds collected in Almadinah Almunawwarah, Saudi Arabia.** Journal of Taibah University for Science, v. 8, n. 2, p. 90-97, 2014.

SHARMA, R.; CHISTI, Y.; BANERJEE, U. C. **Production, purification, characterization and applications of lipases.** Biotechnology advances, v. 19, n. 8, p. 627-662, 2001.

SILVA, C. F. **Isolamento e seleção de microrganismos produtores de enzimas de interesse comercial.** Scientia Plena, v. 14, n. 2, 2018. Disponível em: <https://scientiaplena.emnuvens.com.br/sp/article/view/3654>. Acesso em: 15 set. 2019 às 13:31.

SINGHANIA, R. R. et al. **Advancement and comparative profiles in the production technologies using solid-state and submerged fermentation for microbial cellulases.** Enzyme and Microbial Technology, v. 46, n. 7, p. 541-549, 2010.

SINGHANIA, R. R. et al. **Recent advances in solid-state fermentation.** Biochemical Engineering Journal, v. 44, n. 1, p. 13-18, 2009.

SOUZA, P. M. D. **Produção de protease por fungos filamentosos isolados do cerrado do centro-oeste brasileiro**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Fermentação). Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

STAMFORD, T. L. M.; ARAÚJO, J. M.; STAMFORD, N. P. **Atividade enzimática de microrganismos isolados do Jacatupé (Pachyrhizuserosus L. Urban)**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 18, n. 4, p. 382-385, 1998.

TEIXEIRA, M. F. S., et al. **Fungos da Amazônia: uma riqueza inexplorada: (aplicações biotecnológicas)**. EDUA, Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2011.

TRIPATHY, S. S.; DASH, S.; GUPTA, N. **Screening and selection of some fungi for production of extracellular amylase**. Indian J. Fundam Appl. Life Sci., v. 1, p. 131-136, 2011.

ZAMBARE, V.; NILEGAONKAR, S.; KANEKAR, P. **A novel extracellular protease from Pseudomonas aeruginosa MCM B-327: enzyme production and its partial characterization**. New biotechnology, v. 28, n. 2, p. 173-181, 2011.



## ÍNDICE REMISSIVO

$\beta$ -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](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# PROJETOS INOVADORES E PRODUÇÃO INTELECTUAL NA MICROBIOLOGIA

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 