

José Max Barbosa de Oliveira Junior
(Organizador)

Análise Crítica **das Ciências** **Biológicas e** **da Natureza 3**

Atena
Editora
Ano 2019

José Max Barbosa de Oliveira Junior
(Organizador)

Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof^a Dr^a Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof.^a Dr.^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof.^a Dr.^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A532	Análise crítica das ciências biológicas e da natureza 3 [recurso eletrônico] / Organizador José Max Barbosa de Oliveira Junior. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-359-0 DOI 10.22533/at.ed.590192705 1. Ciências biológicas – Pesquisa – Brasil. I. Oliveira Junior, José Max Barbosa de. II. Série. CDD 610.72
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra *“Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza”* consiste de uma série de livros de publicação da Atena Editora. Com 96 capítulos apresenta uma visão holística e integrada da grande área das Ciências Biológicas e da Natureza, com produção de conhecimento que permeiam as mais distintas temáticas dessas grandes áreas.

Os 96 capítulos do livro trazem conhecimentos relevantes para toda comunidade acadêmico-científica e sociedade civil, auxiliando no entendimento do meio ambiente em geral (físico, biológico e antrópico), suprimindo lacunas que possam hoje existir e contribuindo para que os profissionais tenham uma visão holística e possam atuar em diferentes regiões do Brasil e do mundo. As estudos que integram a *“Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza”* demonstram que tanto as Ciências Biológicas como da Natureza (principalmente química, física e biologia) e suas tecnologias são fundamentais para promoção do desenvolvimento de saberes, competências e habilidades para a investigação, observação, interpretação e divulgação/interação social no ensino de ciências (biológicas e da natureza) sob pilares do desenvolvimento social e da sustentabilidade, na perspectiva de saberes multi e interdisciplinares.

Em suma, convidamos todos os leitores a aproveitarem as relevantes informações que o livro traz, e que, o mesmo possa atuar como um veículo adequado para difundir e ampliar o conhecimento em Ciências Biológicas e da Natureza, com base nos resultados aqui dispostos.

Excelente leitura!

José Max Barbosa de Oliveira Junior

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
INIBIÇÃO DA PEÇONHA DE <i>Bothrops alternatus</i> (URUTU) 'IN VIVO' PELO PRINCÍPIO ATIVO ISOLADO VEGETAL LUPEOL	
Benedito Matheus dos Santos Klaus Casaro Saturnino Vanderlúcia Fonseca de Paula Mirian Machado Mendes	
DOI 10.22533/at.ed.5901927051	
CAPÍTULO 2	7
INVESTIGAÇÃO DAS ATIVIDADES TÓXICA, ANTIDIARREICA E ANTIESPASMÓDICA DAS PARTES AÉREAS DE <i>SIDA RHOMBIFOLIA</i> L. (MALVACEAE)	
Rafael Lima Marinho Paiva Antônio Raphael Lima de Farias Cavalcanti Rayane Fernandes Pessoa Indyra Alencar Duarte Figueiredo Sarah Rebeca Dantas Ferreira Otemberg Souza Chaves Micaelly da Silva Oliveira Maria de Fátima Vanderlei de Souza Fabiana de Andrade Cavalcante	
DOI 10.22533/at.ed.5901927052	
CAPÍTULO 3	22
INVESTIGAÇÃO DE LECTINA E INIBIDOR DE TRIPSINA EM TUBÉRCULOS DE INHAME (<i>Dioscorea alata</i>) CULTIVADO NO NORDESTE DO BRASIL	
Julia Mariano Caju de Oliveira Edilza Silva do Nascimento Tatiane Santi Gadelha Carlos Alberto de Almeida Gadelha	
DOI 10.22533/at.ed.5901927053	
CAPÍTULO 4	38
ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE FUNGOS FILAMENTOSOS ALERGÊNICOS ENCONTRADOS EM PEÇAS ANATÔMICAS HUMANAS CONSERVADAS EM SOLUÇÃO DE FORMALDEÍDO	
Hércules Gonçalves de Almeida Medeiros Adna Cristina Barbosa de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.5901927054	
CAPÍTULO 5	50
MEIO AMBIENTE GENÉTICO E EMBRIÕES EXCEDENTÁRIOS	
Odair Bufolo Daiane Silva Berdusco Freire Andréia de Fátima Selvati Bredariol	
DOI 10.22533/at.ed.5901927055	

CAPÍTULO 6 62

PRODUÇÃO DE ÁCIDOS PROPANOICO E ACÉTICO POR PROPIONIBACTERIUM ACIDIPROPIONICI ADSORVIDA EM MONTMORILONITA K-10

Taciani do Santos Bella de Jesus
Lucidio Cristovão Fardelone
Gustavo Paim Valença
José Roberto Nunhez
José Augusto Rosário Rodrigues
Paulo José Samenho Moran

DOI 10.22533/at.ed.5901927056

CAPÍTULO 7 72

PRODUÇÃO DE B-GLUCANASES E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E REDUÇÃO DE BIOFILME DE *Candida albicans*

Glaucia Hollaender Braun
Henrique Pereira Ramos
Maria Laura Lucas Natal
Rosemeire Cristina Linhari Rodrigues Pietro

DOI 10.22533/at.ed.5901927057

CAPÍTULO 8 80

PRODUCTION AND STABILITY OF LIPASE AND PECTINASE PRESENT IN AGROINDUSTRIAL RESIDUES

Millena Cristiane de Medeiros Bezerra Jácome
Carlos Eduardo de Araújo Padilha
Murilo Ricardo do Nascimento Arrais
Maria Cecília Bezerra Caldas
Everaldo Silvino dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.5901927058

CAPÍTULO 9 84

PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE UM CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO APÓS ADIÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE TiO₂

Luis Eduardo Genaro
Luana Mafra Marti
Ana Carolina Bosco Mendes
Rafael Amorim Martins
Angela Cristina Cilense Zuanon

DOI 10.22533/at.ed.5901927059

CAPÍTULO 10 91

PURIFICATION OF A XYLANASE FROM *Penicillium crustosum* AND ITS POTENTIAL USE IN CLARIFYING FRUIT JUICE

Jaina Caroline Lunkes
Vanessa Cristina Arfelli
Jorge William Fischdick Bittencourt
Rafael Andrade Menolli
Alexandre Maller
Jose Luís da Conceição Silva
Rita de Cássia Garcia Simão
Marina Kimiko Kadowaki

DOI 10.22533/at.ed.59019270510

CAPÍTULO 11 101

SENSIBILIDADE CELULAR E DE BIOFILME DE *Enterococcus* sp. AOS DESINFETANTES DE USO INDUSTRIAL

Luciana Furlaneto Maia
Naieli Mücke
Márcia Regina Terra
Danielle Karine Ohashi
Talita Butzke Bússolo
Márcia Cristina Furlaneto

DOI 10.22533/at.ed.59019270511

CAPÍTULO 12 115

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA PROPAGAÇÃO DE ONDAS CISALHANTES EM ROCHAS SEDIMENTARES A PARTIR DE IMAGENS MICROTOMOGRÁFICAS DE RAIOS X

Túlio Medeiros
José Agnelo Soares
Ronildo Otávio de Oliveira Neto
Juliana Targino Batista

DOI 10.22533/at.ed.59019270512

CAPÍTULO 13 127

STABILITY OF PECTINASE OF ASPERGILLUS NIGER IOC 4003 IN DIFFERENT SALTS FOR PURIFICATION IN BIPHASIC AQUEOUS SYSTEM

Millena Cristiane de Medeiros Bezerra Jácome
Murilo Ricardo do Nascimento Arrais
Carlos Eduardo de Araújo Padilha
Everaldo Silvino dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.59019270513

CAPÍTULO 14 131

TÉCNICA DE FISH APLICADA NA IDENTIFICAÇÃO DA MICROBIOTA DE REATOR DE LODO ATIVADO UTILIZADO NA DEGRADAÇÃO DE BLENIDAS

Lívia Cordi
Nelson Durán

DOI 10.22533/at.ed.59019270514

CAPÍTULO 15 142

TEMPERATURE AND pH EFFECTS ON THE ACTIVITY AND STABILITY OF THR XYLANASES PRODUCED BY THE THERMOPHILIC FUNGUS *Rasamsonia emersonii* S10

Jéssica de Araujo Zaroni
Eleni Gomes
Gustavo O. Bonilla-Rodriguez

DOI 10.22533/at.ed.59019270515

CAPÍTULO 16 147

TRIAGEM DE TRATAMENTO DE *Luffa cylindrica* PARA IMOBILIZAÇÃO DE *Saccharomyces cerevisiae* VISANDO A PRODUÇÃO DE INVERTASE

Beatriz Paes Silva
Brenda Kischkel
Nicolle Ramos dos Santos
André Álvares Monge Neto

DOI 10.22533/at.ed.59019270516

CAPÍTULO 17 159

AÇÃO FIBRINOLÍTICA DE PROTEASES PRODUZIDAS POR BACTÉRIAS ISOLADAS DE AMBIENTES AMAZÔNICOS

Thayana Cruz de Souza
Anni Kelle Serrão de Lima
Michele Silva de Jesus
Raimundo Felipe da Cruz Filho
Wim Maurits Sylvain Degrave
Leila de Mendonça Lima
Ormezinda Celeste Cristo Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.59019270517

CAPÍTULO 18 164

ÁCIDO CÍTRICO: UM ENFOQUE MOLECULAR

Letícia Fernanda Bossa
Daniele Sartori

DOI 10.22533/at.ed.59019270518

CAPÍTULO 19 174

ACTINOBACTÉRIAS ISOLADAS DE MANGUEZAL E SEU POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO

Gabriela Xavier Schneider
Jean Carlos Ramos de Almeida
Kassiely Zamarchi
Débora Santos
Danyelle Stringari
Renata Rodrigues Gomes

DOI 10.22533/at.ed.59019270519

CAPÍTULO 20 188

IDENTIFICAÇÃO DE BACTÉRIAS COM A CAPACIDADE DE BIODEGRADAÇÃO DO HERBICIDA ÁCIDO 2,4-DICLOROFENOXIACÉTICO

Juliana Barbosa Succar
Andressa Sbrano da Silva
Lidiane Coelho Berbert
Vinícius Ribeiro Flores
João Victor Rego Ferreira
Alexander Machado Cardoso
Ida Carolina Neves Direito

DOI 10.22533/at.ed.59019270520

CAPÍTULO 21 199

REABILITAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE QUARTZITO COM INSTALAÇÃO DE USINA SUSTENTÁVEL

Gabriel Silva Gomes

DOI 10.22533/at.ed.59019270521

CAPÍTULO 22	218
COMPOSIÇÃO FITOQUÍMICA E TOXICIDADE DAS FOLHAS DE <i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez (LAURACEAE)	
Viviane Mallmann	
Lucas Wagner Ribeiro Aragão	
Edineia Messias Martins Bartieres	
Valdeci José Pestana	
Shaline Séfara Lopes Fernandes	
Rogério César de Lara da Silva	
Tauane Catilza Lopes Fernandes	
Ana Francisca Gomes da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.59019270522	
CAPÍTULO 23	223
CRESCIMENTO DE MUDAS DE <i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd. (Fabaceae) EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS COMPOSTOS COM RESÍDUOS DE CASTANHA-DO-BRASIL	
Givanildo Sousa Gonçalves	
Lúcia Filgueiras Braga	
Letícia Queiroz de Souza Cunha	
DOI 10.22533/at.ed.59019270523	
CAPÍTULO 24	236
SUBSTRATOS ORGÂNICOS NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE <i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd. (Fabaceae)	
Givanildo Sousa Gonçalves	
Lúcia Filgueiras Braga	
Letícia Queiroz de Souza Cunha	
DOI 10.22533/at.ed.59019270524	
SOBRE O ORGANIZADOR	253

ACTINOBACTÉRIAS ISOLADAS DE MANGUEZAL E SEU POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO

Gabriela Xavier Schneider

Universidade Federal do Paraná, Departamento de Patologia Básica
Curitiba – Paraná

Jean Carlos Ramos de Almeida

Universidade Estadual do Paraná – Campus Paranaguá, Departamento de Ciências Biológicas
Paranaguá – Paraná

Kassiely Zamarchi

Universidade Federal do Paraná, Departamento de Patologia Básica
Curitiba – Paraná

Débora Santos

Universidade Estadual do Paraná – Campus Paranaguá, Departamento de Ciências Biológicas
Paranaguá – Paraná

Danyelle Stringari

Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres
Curitiba – Paraná

Renata Rodrigues Gomes

Universidade Federal do Paraná, Departamento de Patologia Básica
Curitiba – Paraná

RESUMO: O manguezal é definido como um ecossistema costeiro de transição entre os ambientes terrestre e marinho, sendo considerado um ecossistema-chave cuja preservação é essencial para o funcionamento

de ecossistemas adjacentes. É um ecossistema que apresenta condições abióticas típicas as quais podem vir a ocasionar condições de stress para a microbiota do sedimento de manguezal, como grandes variações de salinidade, pH, temperatura, nível da maré e disponibilidade de oxigênio (O₂), dióxido de carbono (CO₂) e matéria orgânica (nutrientes disponíveis para assimilação). Devido a abundância de carbono e outros nutrientes no solo, o manguezal abriga ampla diversidade de comunidades microbianas, visto que é ainda uma fonte inexplorada de actinobactérias cujas são capazes de produzir metabólitos secundários com a finalidade de inibir ou retardar o crescimento microbiano fúngico ou bacteriano, como por exemplo enzimas e/ou antimicrobianos. A ampla distribuição destas bactérias neste ecossistema confere ao mesmo o status de “hotspot” de actinobactérias com potencial biotecnológico, uma vez que há poucos estudos realizados no Brasil que estabeleçam a relação entre a microbiota existente neste sedimento e seu potencial biotecnológico. Sendo assim, a presente revisão procura evidenciar a importância das actinobactérias no sedimento de ecossistema de manguezal brasileiros e indicar possíveis aplicações.

PALAVRAS-CHAVE: Actinobactérias; Manguezal; Biotecnologia; Metabólitos; Enzimas.

ABSTRACT: The mangrove is a transitional coastal ecosystem between terrestrial and marine environments being considered a key-ecosystem whose preservation is essential for the adjacent ecosystems functioning. Mangrove ecosystem presents typical abiotic conditions that may lead to stress conditions such as large variations in salinity, pH, temperature, oxygen (O₂), carbon dioxide (CO₂), organic matter and tide level. Because of the carbon and nutrients abundance in mangrove soil, this sediment is compounded by a wide microbial communities diversity. It is an unexplored source actinomycetes, which are capable to produce secondary metabolites to inhibiting or retarding fungal or bacterial microbial growth, for example enzymes and/or antimicrobials. The wide distribution of these bacteria in this ecosystem confers to mangrove the “hotspot” status of actinomycetes with biotechnological potential, since there are not studies in Brazil that establish the relationship between soil mangrove microbiota and biotechnological potential of them. Thus, the present review seeks to highlight the actinomycetes importance in sediments of Brazilian mangrove ecosystem and to indicate possible applications.

KEYWORDS: Actinomycetes; Mangrove; Biotechnology; Metabolites; Enzymes.

1 | INTRODUÇÃO

A costa brasileira apresenta uma das maiores extensões de manguezais do mundo, com cerca de 20 mil km² abrangendo desde o extremo norte do país, no Amapá, até o Sul no estado de Santa Catarina (CURY, 2002). Manguezal é definido como um ecossistema costeiro de transição entre os ambientes terrestre e marinho que toleram condições de alta salinidade, solo anaeróbico e altas temperaturas, sendo considerado um ecossistema-chave cuja preservação é essencial para o funcionamento de outros ecossistemas (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000).

Por estarem em contato direto com fatores típicos do ecossistema de manguezal, os microrganismos que compõe esse sedimento estão adaptados à condições de stress, como por exemplo, hídrico e osmótico, entretanto podem ser sensíveis a perturbações antrópicas. O manguezal têm como principal função proteger ecossistemas adjacentes; estabelecer as linhas costeiras entre ecossistema terrestre e aquático; enriquecer as águas do local, uma vez que fornece uma grande quantidade de nutrientes na forma de detrito para os ambientes próximos. O sedimento deste ecossistema abriga uma microbiota bacteriana típica desempenhando papel essencial no controle de químicos presentes no solo. Além disso, a presença de bactérias redutoras de sulfato no sedimento de manguezal contribui para os padrões de vegetação e solo visto que são os principais decompositores de sedimentos anaeróbicos de manguezal (KATHIRESAN; BINGHAM, 2001).

O solo de manguezal é formado pela deposição de partículas de origem terrígena e marinha, orgânicas e inorgânicas (THATOI et al., 2013). Devido a abundância de

carbono e outros nutrientes nesse solo, o manguezal abriga ampla diversidade de comunidades microbianas. Condições específicas, como salinidade, disponibilidade de nutrientes e condições de anaerobiose, causadas pela constante variação diária ou sazonal da maré (ANDREOTE et al., 2012) faz do manguezal uma importante fonte de recursos com potencial biotecnológico ainda inexplorado (SIVARAMAKRISHNAN et al., 2006).

O manguezal é ainda uma fonte pouco estudada quanto ao potencial de produzir metabólitos secundários ativos por actinobactéria, como substâncias anti-inflamatória, antitumoral e agentes para o tratamento de doenças degenerativas e diabetes (HONG et al., 2009), assim como produtoras de enzimas capazes de degradar substâncias de interesse industrial. A ampla distribuição destas bactérias neste ecossistema confere ao mesmo o status de “hotspot” com potencial biotecnológico (THATOI et al., 2013). Estas se encontram altamente dispersas no solo, compondo os gêneros *Rhodococcus*, *Arthrobacter*, *Streptomyces*, *Nocardia*, *Mycobacterium*, *Butyrivibrio*, *Actinomyces*, *Bifidobacterium*, e despertam o interesse e atenção da indústria biotecnológica uma vez que a capacidade de produzir metabólitos secundários e enzimas em grande quantidade são as principais características que esse grupo apresenta (ZHAO et al., 2006).

O estudo com organismos produtores de metabólitos e/ou enzimas capazes de auxiliar no combate as infecções tanto de origem fúngica quanto bacteriana, tem se desenvolvido em todo o mundo, com propósito de prospectar novas drogas efetivas com alto poder farmacológico capazes de combater as comunidades microbianas multirresistentes (LI et al., 2005). A aplicação industrial destas está ligada à biotecnologia a qual deve aprimorar o a enzima de interesse comercial, resultando em um produto de melhor qualidade que o tradicional (ORLANDELLI et al., 2012), visto que a sua utilização pode resultar no desenvolvimento de processos tecnológicos com maior eficiência que os naturais, diminuindo impactos ambientais (MESSIAS et al., 2011).

As actinobactérias têm sido uma fonte potencial para exploração e produção de diversos compostos, sendo inclusos produtos que possam a vir comercializados como: agroquímicos, fármacos e enzimas (GULVE; DESHMUKH, 2011). Estes microrganismos desempenham papel essencial na degradação de matéria orgânica, pois os mesmos podem vir a usar diversas fontes de carbono e energia para sua produção enzimática. Inúmeras pesquisas estão sendo realizadas cujo principal objetivo é identificar espécies capazes de produzir metabólitos, como as enzimas, com utilidade industrial (SILVA; MARTINS; MARTINS, 2015). Por produzirem uma ampla gama de metabólitos secundários de importância industrial e médica têm atraído a atenção de pesquisadores com a intenção de descobrir novas espécies e novos produtos, com potencial utilização na área científica (KUMAR et al., 2018).

2 | CARACTERIZAÇÃO DO ECOSISTEMA DE MANGUEZAL

Manguezal é definido como “ecossistema costeira de transição entre os ambientes terrestre e marinho, característico de zonas tropicais e subtropicais, sujeito ao regime de marés” o qual é utilizado como área de reprodução, crescimento, refúgio e alimentação para organismos marinhos, sendo essencial para proteção da costa litorânea. Na qualidade de zonas úmidas, é reconhecido como “ecossistema-chave”, cuja preservação é crítica para o funcionamento de outros ecossistemas maiores e mais diversos que se estendem além dos limites de um bosque de mangue (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2000).

Segundo Correia & Sovierzoski (2005), o ecossistema de manguezal é essencial para degradação de matéria orgânica e ciclagem de inúmeros nutrientes presentes tanto no sedimento deste ecossistema, quanto de ecossistemas adjacentes, sendo classificado com um dos principais ecossistemas costeiros tropicais. Embora seja relatado na literatura a importância da microbiota no solo como parte intrínseca dos processos biogeoquímicos em ecossistemas terrestres e estuarinos, há poucos trabalhos que relacionem o papel da microbiota, tanto bacteriana quanto fúngica, nos sedimentos e solos de manguezal (LANOIL et al., 2005). Além disso, ambientes como estes, cujas comunidades microbianas são ainda pouco conhecidas, podem significar grandes bancos genéticos para a pesquisa e desenvolvimento de produtos biotecnológicos, considerando que os microrganismos representam as formas de vida mais abundante mais diversificadas do planeta, e detenham a maior proporção da diversidade genética existente.

3 | DIVERSIDADE MICROBIANA EM SEDIMENTO DE MANGUEZAL

O solo é um sistema complexo que contém uma grande variedade de microhabitats os quais são caracterizados por propriedades físicas, químicas e biológicas específicas, sendo que fatores como materiais de origem, quantidade e qualidade de matéria orgânica presente, saturação com água, granulometria, características químicas e vegetação controlam a atividade, diversidade e estruturas das comunidades microbianas (AGNELLI et al., 2004).

A microbiota do solo é caracterizada pela abundância e diversidade e a população é maior nos poucos centímetros do topo do solo, declinando rapidamente com a profundidade. Segundo Thatoi et al. (2016), a atividade microbiana é utilizada como uma maneira de melhor entender os processos de mineralização e observar mais profundamente a intensidade dos fluxos de energia no solo (GHIZELINI et al., 2012).

O solo de manguezal é formado pela deposição de partículas de origem terrígena e marinha, orgânicas e inorgânicas, que se encontram em suspensão na água, e que se movimentam em função das correntes de fluxo e refluxo das marés (CURY, 2002). Além disso, diferente da maioria dos solos, o solo do manguezal apresenta um

gradiente de condições aeróbias e anaeróbias, uma vez que sedimentos finos como silte e argila predominam, juntamente com altas concentrações de matéria orgânica e sais (GHIZELINI et al., 2012).

A diversidade microbiana no solo está relacionada com a complexidade das interações microbianas no solo, incluindo as interações entre os microrganismos, o solo e as plantas. São importantes indicadores de qualidade ambiental, uma vez que impactos adversos que afetem a diversidade e/ou a funcionalidade da microbiota do sedimento de manguezal pode comprometer a dinâmica de interações interespecíficas e intraespecíficas e comprometer também a qualidade do solo. Logo, o constante monitoramento da diversidade microbiana no manguezal pode fornecer informações úteis sobre as mudanças que estão ocorrendo ao longo de um período de tempo devido a influências antrópicas e intervenções humanas (NUNES, 2006; RAMOND et al., 2012).

Segundo Lee et al. (2006) estudos sobre a composição microbiana e a diversidade em solo de manguezal são importantes para melhor compreensão da diversidade bacteriana, pois esta comunidade desempenha um importante papel ecológico em muitos processos ambientais, incluindo a degradação de poluentes. Segundo Cury (2006) ainda que, estes microrganismos sejam essenciais para a definição dos processos geoquímicos predominantes e para a própria manutenção da estabilidade do ecossistema, os papéis da diversidade microbiana em ecossistemas estuarinos são pouco conhecidos.

Em estudos realizados no Brasil, Dias et al. (2009) demonstrou que a microbiota bacteriana que está presente em solo de manguezal também é comumente encontrada em ambientes marinhos e estuarinos uma vez que os principais grupos a serem identificados neste tipo de sedimento compõe três ordens: Actinomycetales, Bacillales e Vibrionales. Dentre as três ordens citadas a ordem Actinomycetales é a mais diversa.

Kumar et al. (2018) afirma que 30% da população total de microrganismos no solo corresponde à actinobactérias. Segundo Cury (2006) os principais grupos taxonômicos pertencentes ao domínio Bactéria encontrados em solo de manguezal são Acidobacteria, Actinobacteria, Bacteroidetes, Chloroflexi, Cyanobacteria, Deferribacteria, Firmicutes, Gemmatimonadetes, Nitrospirae, Planctomycetes e Proteobacteria.

Os microrganismos são fundamentais para manutenção da produtividade, conservação e recuperação do manguezal, e encontram-se diretamente ligados à transformação de nutrientes, fotossíntese, fixação de nitrogênio, metanogênese, solubilização de fosfato, e produção de outras substâncias incluindo antibióticos e enzimas sendo fontes de produtos de interesse biotecnológicos como, por exemplo, bactérias produtoras de bioemulsificantes (SANTOS et al., 2011a; SANTOS et al., 2011b). Além disso, são a mais importante fonte de produção enzimática, uma vez que as enzimas com maior importância industrial incluem proteases, enzimas que hidrolisam carboidratos e enzimas lipolíticas. As aplicações mais comuns dessas enzimas são: processamento de alimentos, produção de bebidas, nutrição animal,

couro, papel, polpa, têxtil, detergente entre outras (SYED et al., 2009).

O estudo realizado por Insam (2001) demonstra que as enzimas presentes em solo de manguezal são predominantemente de origem microbiana, sendo que as enzimas extracelulares de interesse estão envolvidas na degradação de paredes celulares de microrganismos e plantas, geração de húmus e mineralização de fosfato e fósforo presente em compostos orgânicos.

4 | ACTINOBACTÉRIAS

O filo *Actinobacteria* representa uma das maiores unidades taxonômicas entre as linhagens do domínio *Bactéria*, e a divergência genética entre as actinobactérias e outros grupos de bactérias é muito antiga. A classe *Actinobacteria* compreende 15 ordens, 43 famílias e 203 gêneros, no qual foi verificado através do padrão de ramificação do gene 16S rRNA, assim como em assinaturas específicas do táxon (GOODFELLOW et al., 2012; BARKA et al., 2016).

As actinobactérias são bactérias Gram-positivas com alto teor de G+C (guanina + citosina), altamente dispersos no solo, compondo os gêneros *Actinomyces*, *Arthrobacter*, *Bifidobacterium*, *Butyrivibrio*, *Corynebacterium*, *Mycobacterium*, *Nocardia*, *Rhodococcus* e *Streptomyces*. Segundo Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (GOODFELLOW et al., 2012) as actinobactérias compartilham duas características: todas são Gram-positivas e apresentam alta razão de guanina/citosina em seu DNA, podendo exceder 70% do total de bases nucleotídicas. São organismos considerados procariotos, e uma das características de diferencia este grupo de outras eubactérias é o seu crescimento micelial, que se dá pela ramificação das hifas e extensão das pontas, o que lhes deu o nome actinobactérias (BARKA et al., 2016).

Membros dessa classe são consideradas uma das mais ricas fontes de produtos naturais, como substâncias antitumorais e antibióticos, sendo o gênero *Streptomyces* o mais evidente. Estimativas apontam que apenas 10% de todos os produtos naturais desses organismos tenham sido descoberto, sendo que as actinobactérias podem representar cerca de 45% dos metabólitos secundários produzidos (GOODFELLOW et al., 2012).

Eles são encontrados espalhados ao redor do mundo, em vários ecossistemas, entre eles os aquáticos e terrestres. São importantes contribuintes na ciclagem de nutrientes e na decomposição do húmus. Ocorrem em uma grande variedade de habitats e são capazes de crescer em uma vasta diversidade de substratos, sendo comumente encontradas no solo. Além disso, as actinobactérias são encontradas em diferentes nichos ecológicos, uma vez que o grupo inclui gêneros patogênicos (*Mycobacterium* spp., *Nocardia* spp., *Tropheryma* spp., *Corynebacterium* spp., *Propionibacterium* spp.), ambientais (*Streptomyces* spp., *Leifsonia* spp. e *Frankia*), e associados ao trato gastrointestinal (*Bifidobacterium* spp.) (AZUMA, 2011).

Devido à variação dos fatores abióticos, como a salinidade alta umidade, concentrações baixas de oxigênio e o nível das marés, os microrganismos têm produzido metabólitos incomuns e também altamente responsivos às mudanças ambientais. O manguezal tem sido alvo de pesquisadores para a descoberta de novos compostos bioativos pela sua rica biodiversidade sendo uma valiosa fonte de metabólitos secundários (AZMAN et al., 2015). Segundo estudo realizado por Xu et al. (2014) as actinobactérias isolados de manguezal mostraram a capacidade de produzir substâncias anti-infectantes, antitumorais, inibidoras de proteínas tirosina fosfatase, assim como enzimas extracelulares, como a protease, celulase e amilase. No solo, os actinobactérias representam grande parte da população microbiana figurando entre eles bactérias do gênero *Streptomyces*, *Micromonospora*, *Rhodococcus* e *Salinispora* (BARKA et al., 2016).

5 | IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E POTENCIAL BIOTENCOLÓGICO

Diversos reinos produzem metabólitos secundários, podendo citar como exemplos: plantas (compostos bioativos para proteção), insetos (metabólitos para comunicação ou proteção) e ainda entre os eucariotos, visto que os fungos são grandes produtores de metabólitos secundários com diversos tipos de enzimas e antimicrobianos. Dentre os microrganismos bacterianos, evidencia-se as actinobactérias as quais podem sintetizar além de diversas complexos enzimáticos, a maioria dos antibióticos conhecidos (HECK, 2007).

O metabolismo secundário de microrganismos pode ser visto como a produção de compostos que aparentemente não exercem uma função para o organismo, já que este pode sobreviver mesmo sem a sua formação. Assim, uma das justificativas para a produção destas substâncias seria que, por serem produzidas dentro de uma série de reações bioquímicas que ocorrem nas células, quando o resultado é um produto que favorece a sobrevivência, este mecanismo é incorporado às reações primárias, como os pigmentos, que protegem contra os danos da luz ultravioleta e são importantes fatores de virulência (AZUMA, 2011).

Os metabólitos dos microrganismos produzidos no meio em que crescem são conhecidos há muito tempo. A função desses produtos pode ser ecológica-antagônica, inibindo o crescimento ou desenvolvimento de competidores (KUMAR et al., 2018) ou mesmo promovendo associações com outros microrganismos, plantas superiores ou fungos micorrízicos (HALLMANN e SIKORA, 1996), sendo assim, é necessário a ação de vários genes para a produção dos mesmos e proteção contra os efeitos da substância produzida (VENTURA et al., 2007).

As actinobactérias são mais conhecidos pela sua capacidade em produzir substâncias de interesse econômico, representando cerca de dois terços dos antibióticos oriundos de microrganismos. São consideradas como o grupo de microrganismos com maior capacidade de formar moléculas complexas, como os

antibióticos e enzimas extracelulares, visto que o gênero *Streptomyces* é considerado um dos maiores produtores de antibióticos na indústria farmacêutica (VENTURA et al., 2007; LIAO et al., 2016). Entre 1955 e 1962, 80% dos antibióticos originados a partir de actinobactérias já haviam sido descobertos, entre os quais o principal contribuinte foi o gênero *Streptomyces* (WATVE et al., 2001).

A ação seletiva exercida sobre patógenos bacterianos e fúngicos produzida por estes metabólitos bioativos isolados dos microrganismos inaugurou a era antibiótica e vem nos beneficiando através de alguns tipos de fármacos, tais como as penicilinas, cefalosporinas, tetraciclina, e muitos outros. A penicilina, isolada de *Streptomyces griseus*, foi um dos primeiros antibióticos a serem descobertos, e em 1953, a descoberta da Vancomicina, isolada de *Amycolatopsis orientalis*. Além disso, a bactéria *Streptomyces coelicolor* é um modelo utilizado para estudar o controle da produção de antibióticos, e *Micromonospora rifamycinica*, isolada de mangue, produz os antibióticos Ritamicina S (1) e seu isômero geométrico Ritamicina S (2) (AZMAN et al., 2015; BARKA et al., 2016).

Sabe-se que produção de metabólitos é dependente do meio de cultura utilizado, assim como a temperatura de incubação e período, sendo que para a sua produção, o meio de cultura necessita de fósforo inorgânico, íons metálicos, fontes de nitrogênio e carbono. A mesma se dá quando há condições adversas para o microrganismo, como a falta de nutrientes. Nesse momento, a bactéria inicia o processo de morte celular programada para assimilar os nutrientes para a sua sobrevivência, e a produção de antibióticos têm como o objetivo proteger esses nutrientes de outros microrganismos (SRINIVASAN; LAXMAN; DESHPANDE, 1991; BARKA et al., 2016).

Em estudos realizados em ecossistema de manguezal no Brasil por Schneider (2017), sabe-se que a microbiota bacteriana presente em solo de manguezal da Baía de Paranaguá, Paranaguá é composta por actinobactérias, gênero *Streptomyces*, com capacidade de produzir metabólitos ativos com o potencial inibitório de microrganismos bacterianos patogênicos como *Staphylococcus aureus* ATCC 25023, e fúngicos como *Candida albicans* ATCC 10231 através da técnica de difusão em ágar utilizando blocos de gelose e extrato bruto.

Os produtos naturais microbianos ainda parecem ser a fonte mais promissora dos futuros antibióticos. Além disso, utilizando estudos moleculares recentes, tais como dados de sequenciamento genômico, tem sido possível buscar genes codificadores de compostos e descobrir novos produtos naturais (AZMAN et al., 2015; LIAO et al., 2016).

As actinobactérias têm grande importância econômica e biotecnológica. Além disso, a produção de diversas enzimas como celulolíticas, proteolíticas, aminolíticas, lignolíticas, quitinolíticas e solubilização de fosfatados, faz com que as mesmas sejam essenciais na degradação de matéria orgânica do manguezal (SIVAKUMAR et al., 2007; LU et al., 2009).

6 | POTENCIAL APLICAÇÃO ENZIMÁTICA DAS ACTINOBACTÉRIAS

Enzimas são proteínas com a capacidade de acelerar reações, e fazem parte das reações químicas dos organismos. São moléculas que atuam em proteínas, ácidos nucleicos, lipídeos, aminoácidos, carboidratos, entre outros (ORLANDELLI et al., 2012).

As bactérias isoladas de ambientes marinhos e terrestres possuem alta capacidade de produção enzimática, tais como a amilase, celulase, fosfolipase, lipase, protease e urease, as quais podem ter potencial aplicação na biotecnologia. As enzimas de origem bacteriana são mais estáveis quanto a sua utilização quando comparada às enzimas produzidas por plantas e animais, uma vez que quando comparada a enzimas fúngicas, as bacterianas são produzidas em maior quantidade. No entanto, o ambiente marinho, regiões polares, mar profundo e o ecossistema de manguezal, têm sido pouco explorado quanto a produção de metabólitos secundários de isolados de microrganismos (HASAN; SHAH; HAMEED, 2006; LIAO et al., 2016), como exemplo as actinobactérias.

A amilase é responsável pela hidrólise do amido, e é a enzima mais utilizada nas indústrias de alimentação (panificação) e também na indústria têxtil, tendo como função remodelar o material das roupas. O gênero *Streptomyces* está entre das bactérias produtoras de amilase (GRIEBELER et al., 2015; KAFILZADEH; DEHDARI, 2015).

Bactérias produtoras de celulase, capazes de hidrolisa as substâncias celulósicas, podem ser utilizadas na indústria têxtil, alimentícia e de cerveja uma vez que as actinobactérias podem ser uma potencial fonte para a síntese de celulase. Bactérias isoladas de ambientes semiáridos e marinhos, a uma temperatura de 28 e 30 °C, com capacidade celulolítica incluem os gêneros *Streptomyces* e *Micromonospora* os quais possuem altos níveis de atividade enzimática (GULVE; DESHMUKH, 2011; MOHAN; CHARYA, 2012; SILVA; MARTINS; MARTINS, 2015).

As lipases são enzimas capazes de quebrar moléculas de lipídios dentro das células de um organismo. Embora também seja produzida por animais a plantas, a obtenção da mesma têm sido feita comumente através de microrganismos como fungos e actinobactérias (*Streptomyces cinnamomeus*). No mercado mundial, a lipase é considerada o terceiro maior grupo na venda com aplicações na indústria de detergentes. Sua inserção em detergentes líquidos substitui a utilização de polissulfatos, diminuindo assim os impactos no ambiente. Outras aplicações incluem: produção de perfumes e cosméticos, indústria alimentícia, farmacêutica, tratamento de efluentes e fabricação de combustível (MESSIAS et al., 2011; MOHAN; CHARYA, 2012).

As fosfolipases se referem a um grupo de enzimas capazes de hidrolisa ligações éster em glicerofosfolipídeos. Essa enzima ocorre geralmente em microrganismos e tecidos de plantas e mamíferos, estando relacionada à toxicidade de patógenos de plantas e animais. Além dos fungos, as bactérias também são produtoras dessa

enzima, como por exemplo, as bactérias do gênero *Streptomyces* as quais produzem grandes quantidades de fosfolipase D (KATO et al., 1984; GHANNOUM, 2000; CAMPOS; BARONI, 2010).

As proteases são responsáveis pela aceleração da hidrólise de proteínas à peptídeos e aminoácidos, de extrema importância para os processos fisiológicos dos organismos. Sua aplicação envolve a indústria de tratamento de couro, detergentes, farmacêutica, agrícola e alimentícia. Na indústria, as enzimas oriundas de actinobactérias compõe cerca de 40% de todas as proteases utilizadas (CUZZI et al., 2011; MOHAN; CHARYA, 2012; GRIEBELER et al., 2015).

Por fim, a urease é descrita como uma enzima intra e extracelular, e está presente na maioria dos reinos da planta e dos microrganismos. A urease bacteriana é de extrema importância para as bactérias em ambientes contendo ureia, sendo indispensável para a sua sobrevivência na maioria dos casos. Estas enzimas quando imobilizadas podem ser utilizadas para diagnosticar e tratar doença, como por exemplo, a hipertensão, como sensores biotecnológicos, para a biorremediação, produção de antibióticos e vacinas e na indústria alimentícia (SUJOY; APARNA, 2013; MURALIDHAR; KHURANA; SHARMA, 2014).

Em pesquisa de potencial enzimático realizado por Almeida (2017) utilizando sedimento de manguezal da Baía de Paranaguá, Paraná, pode-se concluir que as actinobactérias isoladas deste sedimento têm potencial enzimático aminolítico, celulolítico, fosfolipídico, proteolítico e ureolítico. Dentre os 10 isolados testados, destacaram-se 3 isolados de actinobactéria do gênero *Streptomyces* que apresentaram elevados índices enzimáticos para a amilase, fosfolipase e protease.

A busca por novos metabólitos naturais é uma necessidade, visto o aumento de patógenos resistentes a antibióticos, assim como alternativas para os produtores de enzimas de utilização comercial, resultando no decréscimo do preço das enzimas (AZMAN et al., 2015).

REFERÊNCIAS

AGNELLI, A.; ASCHER, J.; CORTI, G.; CECCHERINI, M. T.; NANNIPIERI, P.; PIETRAMELLARA, G. **Distribution of microbial communities in a forest soil profile investigated by microbial biomass, soil respiration and DGGE of total and extracellular DNA.** Soil Biology and Biochemistry, v. 36, n. 5, p. 859–868, 2004.

ALMEIDA, J. C. R. **Avaliação da atividade enzimática de actinomicetos isolados de manguezal na Baía de Paranaguá, Paraná.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual do Paraná - Campus Paranaguá, Paranaguá, 2017.

ANDREOTE, F. D.; JIMÉNEZ, D. J.; CHAVES, D.; DIAS, A. C. F.; LUVIZOTTO, D. M.; DINI-ANDREOTE, F.; FASANELLA, C. C.; LOPEZ, M. V.; BAENA, S.; TAKETANI, R. G.; MELO, I. S. de. **The microbiome of Brazilian mangrove sediments as revealed by metagenomics.** PLoS ONE, v. 7, n. 6, 2012.

AZMAN, A. S.; OTHMAN, I.; VELU, S. S.; CHAN, K.-G.; LEE, L. H. **Mangrove rare actinobacteria: taxonomy, natural compound, and discovery of bioactivity.** Frontiers in microbiology, v. 6, p. 856,

2015.

AZUMA, MARIANA VIEIRA PORSANI. Actinobactérias com potencial biotecnológico isoladas da região entre-marés da Ilha do Mel, PR, Brasil. In: AZUMA, MARIANA VIEIRA PORSANI. **Actinobactérias com potencial biotecnológico isoladas da região entre-marés da Ilha do Mel, PR, Brasil**. 2011. Dissertação (Mestrado em em Microbiologia, Parasitologia e Patologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

BARKA, E. A.; VATSA, P.; SANCHEZ, L.; GAVEAU-VAILLANT, N.; JACQUARD, C.; KLENK, H.-P.; CLÉMENT, C.; OUHDOUCH, Y.; WEZEL, G. P. V. **Taxonomy, physiology, and natural products of Actinobacteria**. Microbiology and Molecular Biology Reviews, v. 80, n. 1, p. 1-43, 2016.

CAMPOS, F. L.; BARONI, F. A. **Isolados de *Cryptococcus neoformans*, *C. gattii* e *C. laurentii* produtores de protease e fosfolipase**. Revista de Patologia Tropical/Journal of Tropical Pathology, v. 39, n. 2, p. 83-90, 2010.

CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. **Ecosistemas marinhos : recifes, praias e manguezais**. Alagoas: Edufal, 2005.

CURY, J. C. **Atividade microbiana e diversidades metabólica e genética em solo de mangue contaminado com petróleo**. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo: São Paulo, 2002.

CURY, J. C. **Diversidade de Bacteria e Archaea em solos de mangue e marisma**. 2006. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo: São Paulo, 2006.

CUZZI, C.; LINK, S.; VILANI, A.; ONOFRE, S. B. **Enzimas extracelulares produzidas por fungos endofíticos isolados de *Baccharis dracunculifolia* D.C (Asteraceae)**. Global Science and Technology, v. 4, n. 2, p.47-57, 2011.

DEMAIN, A. L. **From natural products discovery to commercialization: A success story**. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, v. 33, n. 7, p. 486-495, 2006.

DIAS, A. C. F.; ANDREOTE, F. D.; DINI-ANDREOTE, F.; LACAVAL, P. T.; SÁ, A. L. B.; MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L.; ARAÚJO, W. L. **Diversity and biotechnological potential of culturable bacteria from Brazilian mangrove sediment**. World Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 25, n. 7, p. 1305–1311, 2009.

DUARTE, M. W.; DAMASCENO, R. G.; SALAMONI, S. P.; OLIVEIRA, M. F. de; VAN-DER-SAND, S. T. **Atividade antimicrobiana e produção de enzimas extracelulares por actinomicetos isolados de solo: produção de metabólitos secundários por actinomicetos**. 2009. Trabalho de conclusão (Ciências biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 2009.

GHANNOUM, M. A. **Potential role of phospholipases in virulence and fungal pathogenesis**. Clinical microbiology reviews, v. 13, n. 1, p. 122-143, 2000.

GOODFELLOW, M.; KÄMPFER, P.; BUSSE, H.; TRUJILLO, M. E.; SUZUKI, K.; LUDWIG, W.; WHITMAN, W. B. **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology**. v. 5, 2 ed., Editora Springer, 2012.

GRIEBELER, N. E.; BORTOLI, V.; ASTOLFI, A. L.; DARONCH, N. A.; SCHUMANN, A. C.; SALAZAR, L. N.; CANSIAN, R. L.; BACKES, G. T.; ZENI, J. **Seleção de fungos filamentosos produtores de amilases, proteases, celulases e pectinases**. A Revista Acadêmica: Ciência Animal, v. 13, p. 13-22, 2015.

GHIZELINI, A. M; MENDONÇA-HAGLER, L. C. S.; MACRAE, A. **Microbial diversity in brazilian mangrove sediments - a mini review**. Brazilian Journal of Microbiology, v. 43, n. 4, p. 1242–1254, 2012.

- GULVE, R. M.; DESHMUKH, A. M. **Enzymatic activity of actinomycetes isolated from marine sediments.** Recent Research in Science and Technology, v. 3, n. 5, p. 80-83, 2011.
- HALLMANN, J.; SIKORA, R. A. **Toxicity of fungal endophyte secondary metabolites to plant parasitic nematodes and soil-borne plant pathogenic fungi.** European Journal of Plant Pathology, v. 102, n. 2, p. 155–162, 1996.
- HASAN, F.; SHAH, A. A.; HAMEED, A. **Industrial applications of microbial lipases.** Enzyme and Microbial Technology, v. 39, n. 2, p. 235-251, 2006.
- HECK, M. G. **Produção de compostos antimicrobianos provenientes do metabolismo de *Streptomyces* sp. Linhagem 2S.** 2007. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Meio Ambiente) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 2007.
- HONG, K.; GAO, A. H.; XIE, Q. Y.; GAO, H.; ZHUANG, L.; LIN, H. P.; YU, H. P.; LI, J.; YAO, X. S.; GOODFELLOW, M.; RUAN, J. S. **Actinomycetes for marine drug discovery isolated from mangrove soils and plants in China.** Marine Drugs, v. 7, n. 1, p. 24–44, 2009.
- INSAM, H. **Developments in soil microbiology since the mid 1960s.** Geoderma, v. 100, n. 3-4, p. 389-402, 2001.
- KAFILZADEH, F.; DEHDARI, F. **Amylase activity of aquatic actinomycetes isolated from the sediments of mangrove forests in south of Iran.** The Egyptian Journal of Aquatic Research, v. 41, n. 2, p. 197-201, 2015.
- KATHIRESAN, K.; BINGHAM, B. L. **Biology of mangroves and mangrove ecosystems.** Advances in Marine Biology, v. 40, p. 81-251, 2001.
- KATO, S.; KOKUSHO, Y.; MACHIDA, H.; IWASAKI, S. **Isolation and identification of phospholipase D producing actinomycetes.** Agricultural and biological chemistry, v. 48, n. 9, p. 2181-2188, 1984.
- KUMAR, J. G. S. P.; GOMATHI, A.; VASCONCELOS, V.; GOTHANDAM, K. M. **Bioactivity assessment of Indian origin—mangrove actinobacteria against *Candida albicans*.** Marine drugs, v. 16, n. 2, p. 60, 2018.
- LANOIL, B. D.; LA DUC, M. T.; WRIGHT, M.; KASTNER, M.; NEALSON, K. H.; BARTLETT, D. **Archaeal diversity in ODP legacy borehole 892b and associated seawater and sediments of the Cascadia Margin.** FEMS Microbiology Ecology, v. 54, n. 2, p. 167–177, 2005.
- LEE, S. Y.; DUNN, R. J. K.; YOUNG, R. A.; CONNOLLY, R. M.; DALE, P. E. R.; DEHAYR, R.; LEMCKERT, C. J.; MCKINNON, S. POWELL, B.; TEASDALE, P. R.; WELSH, D. T. **Impact of urbanization on coastal wetland structure and function.** Austral Ecology, v. 31, n. 2, p. 149–163, 2006.
- LI, H.; QING, C.; ZHANG, Y.; ZHAO, Z. **Screening for endophytic fungi with antitumour and antifungal activities from Chinese medicinal plants.** World Journal of Microbiology & Biotechnology, v. 21, n. 8-9, p. 1515–1519, 2005.
- LIAO, L.; CHEN, R.; JIANG, M.; TIAN, X.; LIU, H.; YU, Y.; FAN, C.; CHEN, B. **Bioprospecting potential of halogenases from Arctic marine actinomycetes.** BMC Microbiology, v. 16, n. 1, p. 34, 2016.
- LU, Y.; DONG, X.; LIU, S.; BIE, X. **Characterization and identification of a novel marine *Streptomyces* sp. produced antibacterial substance.** Marine Biotechnology, v. 11, n. 6, p. 717–724, 2009.

MESSIAS, J. M.; COSTA, B. Z.; LIMA, V. M. G.; GIESE, E. C.; DEKKER, R. F. H.; BARBOSA, A. M. **Lipases Microbianas: Produção, propriedades e aplicações biotecnológicas.** Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 32, n. 2, p. 213-234, 2011.

MOHAN, G. M.; CHARYA, M. A. S. **Enzymatic activity of fresh water actinomycetes.** International Research Journal of Pharmacy, v. 3, n. 11, p. 193-197, 2012.

MURALIDHAR, K.; KHURANA, J.; SHARMA, V. **Urease (EC3.5.1.5): A perspective.** World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, v. 3, p. 923-948, 2014.

NUNES, G. **Diversidade e estrutura de comunidades de Bacteria e Archaea em solo de mangue contaminado com hidrocarbonetos de petróleo.** 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo: Piracicaba, 2006.

ORLANDELLI, R. C.; SPECIAN, V.; FELBER, A. C.; PAMPHILE, J. A. **Enzimas de interesse industrial: Produção por fungos e aplicações.** Revista de Saúde e Biologia, v. 7, n. 3, p. 97-109, 2012.

RAMOND, J. B.; WELZ, P. J.; COWAN, D. A.; BURTON, S. G. **Microbial community structure stability, a key parameter in monitoring the development of constructed wetland mesocosms during start-up.** Research in Microbiology, v. 163, n. 1, p. 28–35, 2012.

SANTOS, H. F.; CARMO, F. L.; PAES, J. E. S.; ROSADO, A. S.; PEIXOTO, R. S. **Bioremediation of mangroves impacted by petroleum.** Water, Air, and Soil Pollution, v. 216, n. 1–4, p. 329–350, 2011a.

SANTOS, H. F.; CURY, J. C.; CARMO, F. L.; SANTOS, A. L.; TIEDJE, J.; VAN- ELSAS, J. D.; ROSADO, A. S.; PEIXOTO, R. S. **Mangrove bacterial diversity and the impact of oil contamination revealed by pyrosequencing: Bacterial proxies for oil pollution.** PLoS ONE, v. 6, n. 3, p. 1–8, 2011b.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G.; DE-ROSA, T. **Brazilian mangroves.** Aquatic Ecosystem Health & Management, v. 3, n. 4, p. 561–570, 2000.

SCHNEIDER, G. X. **Isolamento e atividade antimicrobiana de actinobactérias de solo de manguezal na Baía de Paranaguá-PR.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual do Paraná - Campus Paranaguá, Paranaguá, 2017.

SILVA, V. M. A.; MARTINS, C. M.; MARTINS, S. C. S. **Atividade celulolítica de actinobactérias de região semiárida do Ceará.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, v. 11, n. 21, p. 2026-2036, 2015.

SIVAKUMAR, K.; SAHU, M. K.; THANGARADJOU, T.; KANNAN, L. **Research on marine actinobacteria in India.** Indian Journal of Microbiology, v. 47, n. 3, p. 186–196, 2007.

SIVARAMAKRISHNAN, S.; GANGADHARAN, D.; NAMPOOTHIRI, K. M.; SOCCOL, C. R.; PANDEY, A. **α -amylases from microbial sources – an overview on recent developments.** Food Technology and Biotechnology, v. 44, n. 2, p. 173–184, 2006.

SRINIVASAN, M. C.; LAXMAN, R. S.; DESHPANDE, M. V. **Physiology and Nutritional aspects of actinomycetes: an overview.** World Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 7, n. 2, p. 171-184, 1991.

SUJOY, B.; APARNA, A. **Enzymology, immobilization and applications of urease enzyme.** International Research Journal of Biological Science, v. 2, p. 51-56, 2013.

SYED, D. G.; AGASAR, D.; PANDEY, A. Production and partial purification of alpha-amylase from a novel isolate Streptomyces gulbargensis. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology,** v.

36, n. 2, p. 189–94, 2009.

THATOI, H.; BEHERA, B. C.; DANGAR, T. K.; MISHRA, R. R. **Microbial Biodiversity in Mangrove soils of Bhitarkanika, Odisha, India.** International Journal of Environmental Biology, v. 2, n. 2, p. 50-58, 2016.

THATOI, H.; BEHERA, B. C.; MISHRA, R. R.; DUTTA, S. K. **Biodiversity and biotechnological potential of microorganisms from mangrove ecosystems: a review.** Annals of Microbiology, v. 63, n. 1, p. 1–19, 2013.

VENTURA, M.; CANCHAYA, C.; TAUCH, A.; CHANDRA, G.; FITZGERALD, G. F.; CHATER, K. F.; SINDEREN, D. **Genomics of *Actinobacteria*: Tracing the Evolutionary History of an Ancient Phylum.** Microbiology and Molecular Biology Reviews, v. 71, n. 3, p. 495-548, set. 2007.

WATVE, M. G.; TICKOO, R.; JOG, M. M.; BHOLE, B. D. **How many antibiotics are produced by the genus *Streptomyces*?** Archives of Microbiology, v. 176, n. 5, p. 386–390, 2001.

XU, D.-B.; YE, W.-W.; HAN, Y.; DENG, Z.-X.; HONG, K. **Natural products from mangrove actinomycetes.** Marine drugs, v. 12, n. 5, p. 2590-2613, 2014.

ZHAO, H.; PARRY, R. L.; ELLIS, D. I.; GRIFFITH, G. W.; GOODACRE, R. **The rapid differentiation of *Streptomyces* isolates using Fourier transform infrared spectroscopy.** Vibrational Spectroscopy, v. 40, n. 2, p. 213–218, 2006.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-359-0

