

José Max Barbosa de Oliveira Junior  
(Organizador)

# Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza

José Max Barbosa de Oliveira Junior  
(Organizador)

# Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza

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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof.<sup>a</sup> 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.<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
A532	Análise crítica das ciências biológicas e da natureza [recurso eletrônico] / Organizador José Max Barbosa de Oliveira Junior. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza; v. 1)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-357-6 DOI 10.22533/at.ed.576192705  1. Ciências biológicas – Pesquisa – Brasil. I. Oliveira Junior, José Max Barbosa de. II. Série.  CDD 610.72
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
AGRICULTURA URBANA: O CASO DA HORTA COMUNITÁRIA ORGÂNICA DO PARQUE PREVIDÊNCIA, NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, SP	
Lucas Sales dos Santos Ana Paula Branco do Nascimento Maria Solange Francos Milena de Moura Régis	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5761927051</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>18</b>
SALICILATOS NAS PLANTAS E UTILIZAÇÃO NA AGRICULTURA	
Roberto Cecatto Júnior Anderson Daniel Suss Bruna Thaina Bartzen Guilherme Luiz Bazei Vandeir Francisco Guimarães Lucas Guilherme Bulegon	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5761927052</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>34</b>
ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DO AMBIENTE AQUÁTICO NOS RIOS BANDEIRA, ARROIO CAMPO BONITO E SANTA MARIA (CAMPO BONITO - PR) POR MEIO DE PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA EM 2017 E 2018	
Chrystian Aparecido Grillo Haerter Irene Carniatto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5761927053</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>42</b>
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE AUTODEPURAÇÃO DE UM RIO NO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE	
Beatriz Cristina Lopes Aryanne Cecilia Vieira de Souza Emerson Augusto Queiroz Mendes Marques	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5761927054</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>53</b>
PRESENÇA DE ADENOVIRUS HUMANO NAS ÁGUAS DO RIO CATURETÊ, SARANDI, RIO GRANDE DO SUL	
Brenda Katelyn Viegas da Rosa Rute Gabriele Fiscoeder Ritzel Tatiana Moraes da Silva Heck Fabiano Costa de Oliveira Rodrigo Staggemeier Sabrina Esteves de Matos Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5761927055</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 58**

SEGURANÇA ALIMENTAR: AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA QUALIDADE DA ÁGUA NAS CRECHES PÚBLICAS DO MUNICÍPIO DE PATOS-PB

Vitor Martins Cantal  
Talita Ferreira de Moraes  
Clara Luz Martins Vaz  
Lusinilda Carla Pinto Martins  
Rosália Severo de Medeiros

**DOI 10.22533/at.ed.5761927056**

**CAPÍTULO 7 ..... 71**

ECOLOGY IN THE SCHOOLYARD: FEATHERED VISITORS

Agüero Nicolás Facundo  
Benítez Adriana Carla  
Moschner Lara María  
Nuñez Gisell Romina  
Varela Franco Martín

**DOI 10.22533/at.ed.5761927057**

**CAPÍTULO 8 ..... 80**

ANÁLISE DA FREQUÊNCIA RELATIVA DE TOXINAS ISOLADAS DE AMOSTRAS DE *ESCHERICHIA COLI* COLETADAS DE BEZERROS COM DIARREIA, DO RECÔNCAVO BAIANO

Gabrielle Casaes Santana  
Bruna Mamona de Jesus  
Eddy José Francisco de Oliveira  
Claudio Roberto Nobrega Amorim

**DOI 10.22533/at.ed.5761927058**

**CAPÍTULO 9 ..... 91**

“AVALIAÇÃO DE DOR PÓS TRATAMENTO COM BANDAGEM KINESIO TAPE EQUINE EM ARTROSCOPIAS EM EQUINOS”

Vittoria Guerra Altheman  
Ana Liz Garcia Alves  
Luiz Henrique Lima de Mattos

**DOI 10.22533/at.ed.5761927059**

**CAPÍTULO 10 ..... 101**

INFLUÊNCIA DO ESTRESSE TÉRMICO NA DEPOSIÇÃO DE GORDURA SUBCUTÂNEA EM BOVINOS NELORE (*BOS INDICUS*) E ANGUS (*BOS TAURUS*)

Guilherme Andraus Bispo  
Adam Taiti Harth Utsunomiya  
Ludmilla Balbo Zavarez  
Júlio César Pascoaloti de Lima  
José Fernando Garcia

**DOI 10.22533/at.ed.57619270510**

**CAPÍTULO 11 ..... 106**

INFLUÊNCIA DA PROGESTERONA ENDÓGENA NA QUANTIDADE E NA QUALIDADE OOCITÁRIA DE VACAS DA RAÇA NELORE

Rafael Augusto Satrapa  
Erica Sousa Agostinho  
Daniel Ribeiro Guimarães de Menezes  
Dagoberto de Almeida Junior

**DOI 10.22533/at.ed.57619270511**

**CAPÍTULO 12 ..... 117**

USO DA MEMBRANA DE CELULOSE BACTERIANA (NANOSKIN®) EM FERIDAS EXPERIMENTAIS NA ESPÉCIE OVINA

Camila Sabino de Oliveira  
Flávia de Almeida Lucas  
Fernanda Bovino  
Matheus de Oliveira Souza Castro

**DOI 10.22533/at.ed.57619270512**

**CAPÍTULO 13 ..... 129**

INFLUÊNCIAS DE PISCICULTURA EM TANQUES-REDE SOBRE ASPECTOS POPULACIONAIS E ALIMENTARES DE PEIXES SILVESTRES NO RESERVATÓRIO DE CHAVANTES (RIO PARANAPANEMA), SÃO PAULO, BRASIL

Aymar Orlandi Neto  
Denis William Johanssem de Campos  
José Daniel Soler Garves  
Érica de Oliveira Penha Zica  
Reinaldo José da Silva  
Heleno Brandão  
Augusto Seawright Zanatta  
Edmir Daniel Carvalho (in memorian)  
Igor Paiva Ramos

**DOI 10.22533/at.ed.57619270513**

**CAPÍTULO 14 ..... 140**

INTERESSE DO CONSUMIDOR URBANO POR PESCADO COM RÓTULO OU CERTIFICADO ECOLÓGICO EM SANTOS/SP - BRASIL

Sílvia Lima Oliveira dos Santos  
Fabio Giordano

**DOI 10.22533/at.ed.57619270514**

**CAPÍTULO 15 ..... 149**

PRESENÇA DE *Vibrio* ssp. PATOGÊNICOS EM CULTIVOS DE CAMARÃO MARINHOS

Beatriz Cristina Lopes  
Emerson Augusto Queiroz Mendes Marques

**DOI 10.22533/at.ed.57619270515**

**CAPÍTULO 16 ..... 160**

ANÁLISE SENSORIAL DE HAMBÚRGUER DE *Piaractus mesopotamicus* EM DIFERENTES PROPORÇÕES COM CARNE DE FRANGO

Luiz Firmino do Santos Junior  
Ariéli Daieny da Fonseca  
Beatriz Garcia Lopes  
Lucas Menezes Felizardo  
Gláucia Amorim Faria  
Heloiza Ferreira Alves do Prado

**DOI 10.22533/at.ed.57619270516**



**CAPÍTULO 17 ..... 169**

ANÁLISE DO CONTEÚDO DE GENÉTICA SOLICITADO NO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM) DE 2009 A 2017

Bárbara De Magalhães Souza Gomes  
Anna De Paula Freitas Borges  
Camila De Assunção Martins  
Cesar Augusto Sam Tiago Vilanova-Costa  
Antonio Márcio Teodoro Cordeiro Silva

**DOI 10.22533/at.ed.57619270517**

**CAPÍTULO 18 ..... 175**

APRECIÇÃO DO ENSINO DE GENÉTICA NO CURSO DE MEDICINA DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DA PARAÍBA

Alessandra Bernadete Trovó de Marqui  
Natália Lima Moraes  
Vanessa de Aquino Gomes  
Nathália Silva Gomes  
Cristina Wide Pissetti

**DOI 10.22533/at.ed.57619270518**

**CAPÍTULO 19 ..... 187**

ANATOMIA 3D IMPRESSA: ABORDAGEM EDUCACIONAL DA TECNOLOGIA MÉDICA

Guilherme Socoowski Hernandes Götz das Neves  
Gutemberg Conrado Santos  
Ana Cristina Beitia Kraemer Moraes

**DOI 10.22533/at.ed.57619270519**

**CAPÍTULO 20 ..... 200**

BACTÉRIAS VEICULADAS POR FORMIGAS CAPTURADAS EM AMBIENTES ALIMENTARES DE CRECHES DO MUNICÍPIO DE RONDONÓPOLIS-MT

Camila Elena Dilly Camargo  
Raiane Teixeira Xavier  
Meg Caroline do Couto  
Daves Lopes Ocereu  
Milene Moreno Ferro Hein  
Helen Cristina Favero Lisboa

**DOI 10.22533/at.ed.57619270520**

**CAPÍTULO 21 ..... 207**

MODELO DE SIMULAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA ESTRUTURA DA PAISAGEM NO ENTORNO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE FECHOS – MG

Luciana Eler França  
Lourdes Manresa Camargos  
Luiza Cintra Fernandes  
Fernando Figueiredo Goulart

**DOI 10.22533/at.ed.57619270521**

**CAPÍTULO 22 ..... 219**

MÚSICAS INFANTIS POPULARMENTE DIFUNDIDAS E SUA INFLUÊNCIA NA PERCEPÇÃO SOBRE ARTHROPODA

Eltamara Souza da Conceição  
Daianne Letícia Moreira Sampaio  
Aldacy Maria Santana de Souza  
Josué de Souza Santana  
Luana da Silva Santana Sousa  
Samanta Jessen Correia Santana  
Tais de Souza Silva  
Zilvânia Martins de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.57619270522**

**CAPÍTULO 23 ..... 228**

PARASITOLOGICAL DETECTION OF *Cryptosporidium* spp. IN FECAL SAMPLES OF CARRIER PIGEONS (*Columba livia*) IN TWO BREEDINGS

Amália Genete dos Santos  
Bruno César Miranda Oliveira  
Deuvânia Carvalho da Silva  
Elis Domingos Ferrari  
Sandra Valéria Inácio  
Walter Bertequini Nagata  
Katia Denise Saraiva Bresciani

**DOI 10.22533/at.ed.57619270523**

**CAPÍTULO 24 ..... 234**

PERFIL DOS CASOS DE COQUELUCHE NO ESTADO DE GOIÁS

Marielly Sousa Borges  
Jefferson do Carmo Dietz  
Dayane de Lima Oliveira  
Roberta Rosa de Souza  
Murilo Barros Silveira

**DOI 10.22533/at.ed.57619270524**

**CAPÍTULO 25 ..... 241**

POSSIBILIDADES NA FORMAÇÃO DOCENTE COM A GINÁSTICA PARA TODOS: VIVÊNCIAS EXPRESSIVAS INCLUSIVAS APLICADAS NA EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR

Marcos Gabriel Schuindt Acácio  
Rubens Venditti Júnior  
Ezequiel do Prado Silva  
Gilson Viana de Sobral  
Bianca Marcela Vitorino Barboza  
Rodolfo Lemes de Moraes  
Romulo Dantas Alves

**DOI 10.22533/at.ed.57619270525**

**CAPÍTULO 26 ..... 254**

POTENCIAL ECONÔMICO DA MICROBIOTA AMAZÔNICA

Luiz Antonio de Oliveira  
Cassiane Minelli-Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.57619270526**

<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>265</b>
USO DE MAPA CONCEITUAL PARA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL	
Angela Antunes Aline Matuella M. Ficanha Ana Sara Castaman Rúbia Mores Luciana Dornelles Venquiaruto Rogério Marcos Dallago	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270527</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>276</b>
PROPAGAÇÃO DE DOENÇAS TRANSMITIDAS PELO MOSQUITO <i>Aedes aegypti</i> : UMA PROBLEMÁTICA DE SAÚDE PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE MARABÁ, PARÁ	
Brenda Almeida Lima Chayenna Araújo Torquato Athos Ricardo Souza Lopes Sidnei Cerqueira dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270528</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>287</b>
Alternanthera philoxeroides NO ESTUDO ETNOBOTÂNICO E ETNOFARMACOLÓGICO DE PLANTAS UTILIZADAS POR COMUNIDADES QUILOMBOLAS DA REGIÃO DOS LAGOS/RJ	
Luiza Gama Carvalho Vinicius Fernandes Moreira Marcos Vinicius Leal-Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270529</b>	
<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>297</b>
ANATOMIA FLORAL DO CACTO EPÍFITO <i>RHIPSALIS TERES</i> (VELL.) STEUD. (CACTACEAE)	
Beatriz Mendes Santos Odair José Garcia de Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270530</b>	
<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>304</b>
COLEÇÃO CENTENÁRIA DE EUCALIPTOS NA FLORESTA ESTADUAL “EDMUNDO NAVARRO DE ANDRADE”	
Gabriel Ribeiro Castellano Rafael Jose Camarinho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270531</b>	
<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>320</b>
JASMONATOS NAS PLANTAS E UTILIZAÇÃO NA AGRICULTURA	
Roberto Cecatto Júnior Anderson Daniel Suss Bruna Thaina Bartzen Guilherme Luiz Bazei Vandeir Francisco Guimarães Lucas Guilherme Bulegon	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270532</b>	

<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>335</b>
LAGARTAS DE PIPERACEAE, ARISTOLOCHIACEAE, ANACARDIACEAE E MELASTOMATAEAE NA INDICAÇÃO DE QUALIDADE DE FRAGMENTO FLORESTAL DE MORRETES, PR	
Emerson Luís Pawoski da Silva Patrícia Oliveira da Silva José Francisco de Oliveira Neto Emerson Luis Tonetti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270533</b>	
<b>CAPÍTULO 34</b> .....	<b>345</b>
PERFIL QUÍMICO DO CACTO EPÍFITO <i>Rhipsalis teres</i> (CACTACEAE)	
Renan Canute Kamikawachi Virginia Carrara Marcelo José Dias Silva Odair José Garcia de Almeida Wagner Vilegas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270534</b>	
<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>355</b>
USO DA CINZA DE BIOMASSA DE EUCALIPTO COMO CORRETIVO DE ACIDEZ DE SOLO, NA NUTRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE EUCALIPTO	
Eduardo Bianchi Baratella Regis Quimello Borges Elisângela Bedatty Batista Antônio Leonardo Campos Biagini Maikon Richer de Azambuja Pereira Ronaldo da Silva Viana Cássia Maria de Paula Garcia Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270535</b>	
<b>CAPÍTULO 36</b> .....	<b>368</b>
VERIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ELASTICIDADE DE ESPÉCIES VEGETAIS NA COMUNIDADE IPITINGA TOMÉ-AÇU/PA POR MEIO DA LEI DE HOOKE	
Jhones Fonseca dos Santos Brenda Carolina Raudenkolb da Costa Anderson da Silva Parente Jhonata Eduard Farias de Oliveira Paulo Vitor dos Santos Gildenilson Mendes Duarte	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270536</b>	
<b>CAPÍTULO 37</b> .....	<b>374</b>
GERMINAÇÃO DA SEMENTE <i>ANNONA MURICATA</i> L. EM DIFERENTES SUBSTRATOS	
Elaine Oliveira do Nascimento Elizilene de Souza Vaz Maria José de Sousa Trindade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270537</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>379</b>

## POTENCIAL ECONÔMICO DA MICROBIOTA AMAZÔNICA

### **Luiz Antonio de Oliveira**

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia,  
Manaus, AM;

### **Cassiane Minelli-Oliveira**

Universidade Federal do Amazonas, PPGBiotec,  
Manaus, AM

**RESUMO:** A biodiversidade da Amazônia tem despertado um grande interesse internacional, devido às necessidades por novos produtos de uso mundial. A microbiota amazônica, apesar de pouco conhecida, mostra-se bastante diversificada, podendo gerar novos bioprodutos de uso econômico, como antibióticos, enzimas, bem como simbioses com as plantas, capazes de aumentar a produção agroflorestal e sua sustentabilidade, diminuindo assim, a pressão de desmatamento de novas áreas de florestas, responsável pelo aumento do efeito estufa do planeta. Atualmente são conhecidas pelo homem moderno, cerca de 5500 enzimas, mas a diversidade pode ser muito superior a esse número, principalmente em regiões de alta diversidade biológica como a floresta amazônica. Com base no cálculo teórico de que cada espécie biológica contém pelo menos um componente químico único que a justifique como diferente de todas as outras e que são necessárias duas enzimas por espécie - uma para formar e outra para degradar esse

componente químico-, estima-se que o número de enzimas microbianas da Amazônia pode ultrapassar 10 milhões, apenas considerando o potencial regional de espécies de insetos. Portanto, os dados aqui apresentados sugerem que a microbiota amazônica apresenta uma alta diversidade e elevado potencial biotecnológico. Esse elevado potencial microbiano precisa ser melhor conhecido e pesquisado para que possa contribuir efetivamente para o desenvolvimento regional e nacional através do mercado mundial de enzimas e outros metabólitos de interesse econômico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Amilases, biorremediação, hormônios de crescimento, biotecnologia.

**ABSTRACT:** The biodiversity of Amazonia has aroused a great international interest, due to the needs for new products of worldwide use. The Amazonian microbiota, despite little known, is quite diversified, being able to generate new bioproducts of economic use, as antibiotics, enzymes, as well as present symbioses with the plants, capable of increasing the agroforestry production and its sustainability, thus reducing the pressure of deforestation of new forest areas, responsible for increasing the greenhouse effect of the planet. Nowadays they are known by the modern man, about 5500 enzymes, but the diversity can be much superior to this number, mainly in regions of high biological diversity like

in the Amazon forest. Based on the theoretical calculation that each biological species contains at least one unique chemical component that justifies it as different from all others and that two enzymes are needed per species - one to form and another to degrade this chemical component - it is estimated that the number of microbial enzymes in the Amazon can exceed 10 million, only considering the regional potential of insect species. Therefore, the data presented here suggest that the Amazonian microbiota presents a high diversity and high biotechnological potential. This high microbial potential needs to be better known and researched so that it can effectively contribute to regional and national development through the worldwide market for enzymes and other metabolites of economic interest.

**KEYWORDS:** Amylases, bioremediation, growth hormones, biotechnology.

## 1 | INTRODUÇÃO

A aplicação industrial de microrganismos, principalmente bactérias e fungos, é extremamente diversificada, proporcionando rendimentos astronômicos em diversas áreas do conhecimento humano. Bebidas alcoólicas, álcool combustível, laticínios, ácidos orgânicos, fármacos, antibióticos, enzimas, polímeros de aplicação industrial e nutracêuticos (aditivos alimentares, como amino ácidos, vitaminas) são exemplos de produtos de origem microbiana usados pelo ser humano. Microrganismos são também utilizados na formulação de inoculantes para uso industrial e agropecuário, bem como na degradação de compostos tóxicos em tratamentos de efluentes, para biorremediação ambiental e agrícola.

Aproximadamente 50.000 metabólitos secundários são produzidos pela microbiota mundial, com mais de 12.000 antibióticos identificados, dos quais, 22% são oriundos de fungos filamentosos, como as penicilinas, cefalosporina C, griseofulvina e ácido fusídico sintetizados por *Aspergillus*, *Penicillium* e *Cephalosporium* (CRUEGER e CRUEGER, 1990; PEARCE, 1997; MANFIO, 2003).

Os biocompostos, principalmente os provenientes dos fungos, podem transformar-se em promissores produtos bioativos entre os quais, os antibióticos, os redutores de colesterol, os antitumorais, antifúngicos, imunossuppressores, antiprotozoários e enzimas (GOHRT e ZEECK, 1992; DEMAIN, 1999; NEWMAN et al., 2000; SOTERO-MARTINS et al., 2004; SILVA NEVES et al., 2006).

O mercado global de produtos microbianos em 2017 foi calculado em cerca de US\$ 170,5 bilhões e devido ao aumento de interesse nas áreas de saúde, energia, agricultura, meio ambiente e indústrias, pode atingir \$302,4 bilhões em 2023 (BCC RESEARCH LLC, 2018) com as enzimas representando cerca de \$ 4,5 bilhões em 2012, atingindo cerca de \$ 4,8 bilhões em 2013, podendo atingir cerca de \$7,1 bilhões em 2018 (BBC RESEARCH, 2014)

Atualmente são conhecidas cerca de 5500 enzimas (MOSS, 2017), mas a diversidade pode ser muito superior a esse número, principalmente em regiões de



alta diversidade biológica como na floresta amazônica. Considerando um total de espécies biológicas em torno de 8,7 milhões (SWEETLOVE, 2011), estima-se que o número de enzimas no planeta seja superior a 18 milhões, tendo como premissa, que cada uma tenha pelo menos um componente químico que seja único que a justifique como diferente de todas as outras. É possível encontrar mais de uma espécie com os mesmos componentes químicos, mas em proporções diferentes, como também, uma espécie que tenha não apenas um componente exclusivo, mas um grupo desses constituintes químicos. Para simplificação dos cálculos, vamos considerar que cada espécie é diferente das demais por conter apenas um componente químico diferente e que sejam necessárias duas enzimas únicas, uma para formar e outra para degradar esse componente químico, justificando, assim, a estimativa das quase 18 milhões de enzimas.

## 2 | POTENCIAL AMAZÔNICO

A Amazônia possui uma das maiores diversidades de plantas superiores do planeta (Zappi *et al.*, 2005) e a microbiota é dependente dessa diversidade de hospedeiros (BORNEMAN e TRIPLETT, 1997; KIM *et al.*, 2007; PAULA *et al.*, 2014). Em geral, uma diminuição da biodiversidade acima do solo (vegetação) resulta em uma diminuição da diversidade da microbiota do solo. Na Amazônia, as estimativas são de que contém entre 40 e 50 mil espécies de plantas superiores (ZAPPI *et al.*, 2005). O número estimado de espécies de artrópodes nas florestas tropicais varia entre 5 milhões a 10 milhões, embora algumas estimativas cheguem a 30 milhões (GASTON e SPICER 2004).

A maioria dos estudos com a microbiota visa avaliar seus genes funcionais, de interesse econômico e ecológico. A presença de enzimas como a celulase, hemicelulase, ligninase, fosfatase, nitrogenase, lipase, quitinase, pectinase são de interesse agrônomo e florestal, encontradas em microrganismos da região (HARA e OLIVEIRA, 2005; OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2006 a,b, 2007; KIM *et al.*, 2007; PAULA *et al.*, 2014).

As enzimas degradadoras de resíduos vegetais, por exemplo, são muito importantes para a reciclagem dos nutrientes na floresta e em sistemas agroflorestais de valor econômico, uma vez que a mineralização da matéria orgânica no solo pode liberar os nutrientes essenciais para o desenvolvimento da vegetação. Mas também podem ser usadas para converter resíduos vegetais descartáveis em bioprodutos de valor econômico, como o álcool.

Com base na premissa de que cada espécie biológica tem pelo menos um componente químico único que a justifique como diferente de todas as outras do planeta, a diversidade amazônica pode ultrapassar 10 milhões de enzimas, levando-se em consideração apenas a diversidade de insetos, usando 5 milhões de espécies como referencial. O mesmo raciocínio seria feito para as plantas, estimando-se o

dobro de enzimas para as 40-50 mil espécies vegetais da Amazônia conforme citado por Zappi et al. (2005), bem como para todas as outras espécies regionais. Essas estimativas são muito superiores ao número de enzimas conhecidas pelo ser humano, cerca de 5500 conforme mencionado acima e citado por Moss (2017).

Além desse banco incalculável de enzimas, que podem enriquecer o mercado mundial gerando mais bioprodutos e mercado de trabalho, há ainda aqueles componentes da microbiota regional, como os antibióticos, necessários para agirem contra o aparecimento de patogênicos resistentes aos antibióticos atuais (FISCHBACH e WALSH, 2009). Mais recentemente, pesquisas indicaram alguns produtos e enzimas de interesse econômico presentes em rizobactérias isoladas de ambientes amazônicos, como hormônios de crescimento vegetal, solubilização de fosfatos, amilases, proteases, lipases (OLIVEIRA et al., 2006 a,b; 2007), que poderiam servir de matéria prima para a instalação de bioindústrias na região.

As tabelas 1, 2, 3, 4 mostram alguns exemplos desse potencial da microbiota amazônica. Na tabela 1 se encontram os índices de solubilização de fosfato de cálcio de 17 isolados de rizóbios, observando-se que há uma diversidade muito grande dentro da população microbiana estudada (CHAGAS JR, 2007).

Algumas rizobactérias se comportaram como precoces, por iniciarem a solubilização em 3 dias de incubação, mas outras iniciaram a solubilização aos 6, 9, 12 ou 15 dias. Por outro lado, os índices de solubilização também variaram muito, com valores entre 1,08 e 5,15 ao final do experimento, segundo os critérios de Berraquero et al. (1976). De acordo com esses autores, o Índice de Solubilização (IS) é calculado dividindo-se o diâmetro do halo de solubilização pelo diâmetro da colônia da bactéria na placa de petri. A produção de ácido indol acético (AIA) é outro metabólito muito importante, principalmente para bactérias que ocorrem na rizosfera ou rizoplano das plantas (ANTOUN et al., 1998; HAMEED et al., 2004). A produção desses hormônios pode favorecer o crescimento radicular das plantas, aumentando o volume de solo ocupado pelas raízes, permitindo maiores absorções de água e nutrientes, essenciais para o desenvolvimento vegetal e produção agrícola principalmente nos solos de baixa fertilidade predominantes na Amazônia. Os dados mostrados na tabela 1 fazem parte de um estudo realizado com 92 isolados de rizóbios, indicando que todos eles produziram ácido indol acético (AIA) quando supridos com  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  triptofano (CHAGAS JR, 2007) e que também houve uma variação muito grande entre eles quanto a essa capacidade. Essa variação pode ser vista claramente entre as 17 rizobactérias mostradas na Tabela 1, onde se observam valores de 15 até 642  $\mu\text{g}$  de AIA produzidos por mL.

Isolados	Início de Solub. (dias)	I.S. (Índice Solubilização)		pH do meio	Prod. AIA <sup>(1)</sup> ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ )
		Inicial (mm)	Final (mm)		
INPA R806	6	1,16 (baixo)	1,84 (baixo)	Acidificou	58 e
INPA R808	6	1,10 (baixo)	1,38 (baixo)	Não alterou	50 e
INPA R809	3	1,17 (baixo)	1,35 (baixo)	Acidificou	24 ef
INPA R813	3	1,52 (baixo)	5,15 (Alto)	Acidificou	139 c
INPA R814	15	1,12 (baixo)	1,12 (baixo)	Acidificou	212 b
INPA R815	12	1,08 (baixo)	1,08 (baixo)	Acidificou	642 a
INPA R839	3	1,47 (baixo)	2,57 (médio)	Acidificou	41 e
INPA R841	3	1,26 (baixo)	2,06 (médio)	Acidificou	29 ef
INPA R843	3	1,41 (baixo)	2,10 (médio)	Acidificou	15 f
INPA R851	3	1,40 (baixo)	1,51 (baixo)	Acidificou	139 c
INPA R852	6	1,19 (baixo)	1,27 (baixo)	Acidificou	81 d
INPA R869	3	1,23 (baixo)	1,93 (baixo)	Acidificou	56 e
INPA R871	6	0,20 (baixo)	1,33 (baixo)	Acidificou	51 e
INPA R892	3	1,13 (baixo)	1,13 (baixo)	Acidificou	225 b
INPA R894	6	1,07 (baixo)	2,36 (médio)	Não alterou	31 ef
INPA R896	9	1,25 (baixo)	1,46 (baixo)	Não alterou	117 c
INPA R839	3	1,47 (baixo)	2,57 (médio)	Acidificou	e

Tabela 1. Capacidade de solubilização de fosfato de cálcio e produção de hormônio de crescimento por isolados de rizóbio.

Fonte: Chagas Jr (2007). <sup>(1)</sup> Produção de Ácido Indol Acético (AIA) usando 100 mg de triptofano. L<sup>-1</sup>

Essa alta diversidade genética quanto à produção de metabólitos de importância econômica também pode ser vista quando se analisa as rizobactérias produtoras de amilases (Tabela 2). Observa-se que os diâmetros das colônias e dos halos de degradação variaram muito, resultando em Índices de Degradação do Amido (IDA), com valores entre 0,29 e 6,69.

Bactérias	Diâmetro (mm)				IDA (dh/dc)
	Halo (dh)	Colônia (dc)			
INPA R001	10,37	c	1,55	c	6,69
INPA R007	5,15	d	3,72	a	1,38
INPA R012	15,19	a	2,27	c	6,69
INPA R014	10,35	c	3,46	b	3,00
INPA R015	1,88	e	1,88	c	1,00
INPA R020	4,39	d	3,90	a	1,12
INPA R028	4,19	d	4,88	a	0,86
INPA R034	12,18	b	2,15	c	2,36
INPA R046	9,64	c	2,11	c	4,56
INPA R278	1,13	e	1,98	c	0,57
INPA R287	1,49	e	1,49	c	1,00
INPA R302	4,59	d	2,05	c	2,24
INPA R315	2,42	e	2,70	c	0,89
INPA R318	4,50	d	1,99	c	2,26
INPA R325	2,43	e	2,59	c	0,93

INPA R548	5,71	d	3,28	b	1,74
INPA R689	4,83	d	4,32	a	1,11
INPA R721	3,73	d	3,73	a	1,00
INPA R722	1,00	e	3,34	b	0,29
INPA R733	1,55	e	2,35	c	0,66
INPA R761	8,97	c	1,88	c	4,77
INPA R781	5,94	d	1,45	c	4,09
INPA R783	4,85	d	1,88	c	2,58
INPA R784	1,22	e	2,16	c	0,56
INPA R792	4,69	d	3,90	a	1,20
INPA R959	2,53	e	2,54	c	0,99
INPA R976	4,81	d	1,42	c	3,38
INPA R1001	4,71	d	3,03	b	1,55
INPA R1002	2,38	e	1,67	c	1,42
INPA R1005	1,78	e	1,63	c	1,09
INPA R1007	2,49	e	2,49	c	1,00
INPA R1060	3,21	e	2,99	b	1,07
INPA R1062	4,35	d	2,02	c	2,15
INPA R1065	4,90	d	1,48	c	3,31
INPA R1067	2,91	e	1,67	c	1,74
INPA R1068	2,02	e	2,02	c	1,00

Tabela 2. Índices de Degradação do Amido (IDA) apresentados pelas rizobactérias.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Costa et al. (2017).

Essas altas variações são provenientes dos ambientes de onde foram isoladas, tendo em vista a grande extensão da Amazônia e as diversidades de solos, microclimas e vegetação. As tabelas 3 e 4 ilustram, de forma simplificada, essa grande diversificação de ambientes encontrada na região. Nelas se encontram os dados sobre as populações de microrganismos produtores de algumas enzimas encontradas em clareiras (denominadas de jazidas pelo pessoal da Petrobras) abertas na floresta amazônica para exploração de petróleo e gás natural e as encontradas nas florestas adjacentes a essas clareiras (PRADO, 2009), na Província Petrolífera de Urucu, município de Coari, Amazonas, onde a Petrobras extrai gás e petróleo. Observam-se nítidas diferenças nas populações de bactérias e fungos encontradas nas Jazidas, quando comparadas às encontradas nas suas florestas adjacentes, quanto às populações de microrganismos produtores de amilases e proteases (Tabela 3), quanto aos produtores de celulases e uréases (Tabela 4).

Solos	Bactérias amilolíticas	Fungos amilolíticos	Bactérias proteolíticas	Fungos proteolíticos
	----- 10 <sup>3</sup> . g <sup>-1</sup> de solo -----			
FN 05 (Floresta Nativa)	3,3	0,7	300	180,0
JAZ 05 (Jazida 05)	14,0	3,3	11	0,3

FN IMT-1 (Floresta Nativa)	0,7	6,6	53	20,0
JAZ IMT-1(Jazida IMT-1)	14,3	0,3	15	<0,1

Tabela 3 - População de bactérias e fungos amilolíticos e proteolíticos em solos de jazidas e floresta natural da região petrolífera de urucu.

Fonte: Prado (2009).

As populações de microrganismos produtores de amilases (Tabela 1) e de urease (Tabela 2) foram maiores na Jazida 05, enquanto que as de microrganismos produtores de proteases (Tabela 1) e celulasas (Tabela 2) foram maiores na floresta adjacente a essa jazida (FN 05). Ao se comparar os resultados obtidos na Jazida IMT-1 com os de sua floresta adjacente (FN IMT-1), observou-se o mesmo comportamento, exceto para os fungos amilolíticos, que apresentaram menor população na Jazida IMT-1 do que na floresta FN IMT-1 (Tabela 1) (PRADO, 2009).

Solos	Bactérias celulolíticas	Fungos celulolíticos	Bactérias ureolíticas	Fungos ureolíticos
	----- 10 <sup>3</sup> . g <sup>-1</sup> de solo -----			
FN 05 (Floresta Nativa)	257	23	97	60
JAZ 05 (Jazida 05)	21	1	457	700
FN IMT-1 (Floresta Nativa)	223	20	40	7
JAZ IMT-1(Jazida IMT-1)	19	2	2626	1433

Tabela 4 - População de bactérias e fungos celulíticos e ureolíticos em solos de jazidas e floresta natural da região petrolífera de urucu.

Fonte: Prado (2009).

Com a intensificação das atividades de exploração de petróleo e gás natural na região Norte e o transporte desses produtos e seus derivados (gasolina, óleo diesel, etc), torna-se importante avaliar também, a capacidade da microbiota amazônica em produzir enzimas biodegradadoras desses compostos orgânicos.

Os dados apresentados nas tabelas 5 e 6 ilustram bem, a ocorrência de bactérias presentes nos solos rizosféricos de florestas de urucu (município de Coari, Tabela 5) e de quatro espécies frutíferas da Comunidade Rural do Brasileirinho (município de Manaus, Tabela 6), capazes de degradar o petróleo extraído pela Petrobras em urucu. Observa-se em todas as amostras, que onde o solo foi enriquecido com petróleo, as populações dessas bactérias foram maiores aos sete dias de incubação e na maioria das vezes, também aos 14 e 21 dias quando comparadas com as populações das amostras onde não se adicionou o petróleo, indicando que essa população usou ambas as fontes de carbono do solo: a matéria orgânica e o petróleo (MARI, 2008).

Chama atenção nesses dados, o fato de que essas amostras de solos historicamente nunca entraram em contato com o petróleo ou seus derivados e por isso, pelo menos teoricamente, sua microbiota não seria capaz de degradar esse composto

orgânico tão rapidamente. Esperava-se que apenas um percentual muito pequeno da população microbiana seria capaz de degradar o petróleo e somente depois de um tempo maior, em torno de 21 dias, os resultados positivos seriam observados, e não com apenas 7 dias.

Solos/Tratamentos		Enriquecido *	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
..... 10 <sup>6</sup> g <sup>-1</sup> solo .....						
SF1**	1	Não	25	207	195	1
	3	Sim	187	96	160	2
SF2**	4	Não	15	127	33	2
	6	Sim	200	97	402	1
SF3**	7	Não	24	152	35	2
	9	Sim	149	2600	247	5
SF4**	10	Não	14	21	97	3
	12	Sim	199	188	163	2

Tabela 5. Avaliação do crescimento de bactérias de solos rizosféricos de florestas de urucu com potencial para biodegradação de óleo diesel.

\* Enriquecido com petróleo. \*\* Solos de Florestas. Fonte: Mari (2008).

Solos/Espécies		Enriquecido*	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
.....10 <sup>6</sup> g <sup>-1</sup> solo .....						
Cupuaçu ( <i>Theobroma grandiflorum</i> )		Não	19	11	2,6	1
		Sim	99	667	73,5	39,00
Graviola ( <i>Anona muricata</i> )		Não	2	13	0,02	≤0,01
		Sim	4700	1031	26,3	5,10
Camu-camu ( <i>Myrciaria dubia</i> )		Não	3	26	12,1	≤0,01
		Sim	5	138	64	30,00
Araçá-Boi ( <i>Eugenia stipitata</i> )		Não	9	14	8,6	13,80
		Sim	69	131	26,5	40,00

Tabela 6. Avaliação do crescimento de bactérias de solos rizosféricos da comunidade do Brasileirinho com potencial para biodegradação de óleo diesel.

\* Enriquecido ou não com petróleo. Fonte: Mari (2008).

A presença desses microrganismos nas rizosferas de ambientes nunca contaminados com petróleo e capazes de degradar esse componente é altamente promissor, pois as chances de serem patogênicos ao homem ou outros animais são extremamente baixas, pelas particularidades do ambiente rizosférico, onde predominam exsudatos radiculares excretados pelas plantas (BAIS et al., 2006).

Em outro estudo realizado com gramíneas, leguminosa (*Mucuna pruriens*)



e lacre (*Vismia guianensis*) na região de urucu, onde a Petrobras explora petróleo e gás natural, plantadas ao longo dos oleodutos da Província Petrolífera de Urucu (Base de Operações Geólogo Pedro de Moura), também observou-se a presença de microrganismos capazes de degradar petróleo (Tabela 7, LIMA, 2010).

Ao se analisar as populações microbianas nos solos (Tabela 7), observou-se que no período chuvoso, a quantidade de bactérias capazes de usar o petróleo foi bem maior na rizosfera de *B. humidicola*, ultrapassando  $4,0 \cdot 10^5$  UFC/g Solo e no período seco, foi a população presente na rizosfera de *B. decumbens*, que quase atingiu  $9,0 \cdot 10^8$  UFC/g Solo, ultrapassando as demais espécies de plantas nos dois períodos. Observou-se ainda, que os crescimentos das populações coletadas no período seco, na maioria das plantas (exceto no tratamento T7), foram maiores do que os observados da coleta no período chuvoso (LIMA, 2010). É possível que essa maior quantidade de bactérias nas rizosferas das plantas no período seco seja decorrente de uma maior concentração de exsudatos radiculares disponível nas raízes e que no período chuvoso fiquem diluídos.

Tratamentos	Solo rizosférico	Petróleo	Período chuvoso	Período seco
			..... $10^8$ g <sup>-1</sup> solo .....	
T1	<i>Vismia guianensis</i>	Ausente	1,93 h	3,93 f
T2	<i>Vismia guianensis</i>	Presente	2,33 g	5,83 b
T3	<i>Mucuna pruriens</i>	Ausente	2,53 f	4,56 e
T4	<i>Mucuna pruriens</i>	Presente	3,53 c	3,86 g
T5	<i>Brachiaria decumbens</i>	Ausente	3,70 b	5,40 c
T6	<i>Brachiaria decumbens</i>	Presente	3,40 d	8,93 a
T7	<i>Brachiaria humidicola</i>	Ausente	2,70 e	1,63 h
T8	<i>Brachiaria humidicola</i>	Presente	4,10 a	4,75 d

Tabela 7. População bacteriana nas rizosferas de plantas ao longo dos oleodutos da Província Petrolífera de Urucu, capazes de degradar petróleo.

Letras diferentes nas colunas indicam médias diferentes pelo teste de Tukey (5%). Fonte: Lima (2010).

### 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, os dados aqui apresentados sugerem que a microbiota amazônica apresenta uma alta diversidade e elevado potencial biotecnológico.

Esse elevado potencial microbiano precisa ser melhor conhecido e pesquisado para que possa contribuir efetivamente para o desenvolvimento regional e nacional através do mercado mundial de enzimas e outros metabólitos de interesse econômico.

### REFERÊNCIAS

ANTOUN, H.; BEAUCHAMP, C.J.; GOUSSARD, N.; CHABOT, R.; LALANDE, R. Potential of *Rhizobium* and *Bradyrhizobium* species as plant growth promoting rhizobacteria on nonlegumes:

Effect on radishes (*Raphanus sativus* L.). **Plant and Soil**, 204:57-67. 1998.

BAIS, H.P.; WEIR, T.L.; PERRY, L.G.; GILROY, S.; VIVANCO, J.M. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. **Annu. Rev. Plant Biol.** 57:233–66. 2006.

BBC RESEARCH. In Report BIO030F - **Enzymes in Industrial Applications: Global Markets**. 2014. <https://www.bccresearch.com/market-research/biotechnology/enzymes-industrial-applications-bio030h.html>

BCC Research LCC 2018. The Global Market for Microbial Products to Reach \$302.4 Billion by 2023. [https://www.bccresearch.com/pressroom/bio/the-global-market-for-microbial-products-to-reach-\\$3024-billion-by-2023](https://www.bccresearch.com/pressroom/bio/the-global-market-for-microbial-products-to-reach-$3024-billion-by-2023) Acessado em 17/02/2019

BERRAQUERO, F.R.; BAYA, A.M.; CORMENZANA, A.R. Establecimiento de índices para el estudio de la solubilización de fosfatos por bacterias del suelo. **Ars. Farmacéutica**, 17(4):399-406. 1976.

BORNEMAN, J.; TRIPLETT, E.W. Molecular microbial diversity in soils from Eastern Amazonia: Evidence for unusual microorganisms and microbial population shifts associated with deforestation. **Applied Environ. Microbiol.** 63(7):2647-2653. 1997.

CHAGAS JÚNIOR, A.F. **Características agrônomicas e ecológicas de rizóbios isolados de solos ácidos e de baixa fertilidade da Amazônia**. Tese de Doutorado em Biotecnologia. Universidade Federal do Amazonas. 2007. 172p.

COSTA S.C.F.C., MENEZES N.C., MINELLI-OLIVEIRA C., OLIVEIRA L.A. Produção de amilases por rizobactérias em meio contendo farinha da babaçu. *In*: OLIVEIRA, L.A.; BENTES, J.L.S.; JESUS, M.A.; ROCHA, L.C.; FERNANDES, O.C.; SOUZA, A.Q.L.; ANDRADE, S.L. **Diversidade Microbiana da Amazônia**. vol. 2, 2017. Editora INPA. p.115-123.

CRUEGER, W.; CRUEGER, A. **Biotechnology: A textbook of industrial microbiology**. 2.nd ed. Sunderland: Sinauer Associates. 1990.

DEMAIN, A. L. Pharmaceutically active secondary metabolites of microorganisms. **Appl. Microbiol. Biotechnol.**, 52:455-483. 1999.

FISCHBACH, M.A.; WALSH, C.T. Antibiotics for emerging pathogens. **Science**, 325:1089-1093. 2009.

GASTON, K.J.; SPICER, J.I. **Biodiversity: An Introduction** (Second Edition), 191 p., Blackwell Publishing, Oxford, UK. 2004.

GÖHRT, A. ; ZEECK, A. Secondary metabolites by chemical screening. 9 Decarestricts, a new family of inhibitors of cholesterol biosynthesis from *Penicillium*. **J. Antibiot**, 45:56-65. 1992.

HARA, FAS; OLIVEIRA, LA. Características fisiológicas e ecológicas de isolados de rizóbios oriundos de solos ácidos de Iranduba, Amazonas. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 40(7):667-672. 2005.

KIM, J.S.; SPAROVEK, G.; LONGO, R.M.; MEÇP, W.J.; CROWLEY, D. Bacterial diversity and pristine forest soil forest from Western Amazon. **Soil Biol. Biochem.**, 39:684-690. 2007.

LIMA, D.C.R. **Microorganismos degradadores de petróleo isolados de solos rizosféricos da Província Petrolífera de Urucu, Coari, Amazonas**. Dissertação de mestrado em Biotecnologia, Universidade do Estado do Amazonas, 73p. 2010.

MANFIO, G.P. **Biodiversidade : Perspectivas e oportunidades tecnológicas. Microorganismos e aplicações industriais**. Base de Dados Tropical. Disponível em: <http://www.bdt.fat.org.br> . Acesso em 31 jan 2003.

MOSS, G.P. **Enzyme Nomenclature. Recommendations of the Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology on the nomenclature and classification of enzymes by the reactions they catalyze.** <http://www.chem.qmul.ac.uk/iubmb/enzyme/index.html> (acessado em 02/05/2017). 2017.

NEWMAN, D. J.; CRAGG, G. M.; SNADER, K. M. The influence of natural products upon drug discovery. **Nat. Prod. Rep.** 17:215-234. 2000.

OLIVEIRA, AN; OLIVEIRA, LA. Seasonal dynamics of arbuscular mycorrhizal fungi in plants of *Theobroma grandiflorum* Schum and *Paullinia cupana* Mart of an Agroforestry system in Central Amazonia, Amazonas State, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, 36:262-270. 2005.

OLIVEIRA, AN; OLIVEIRA, LA; ANDRADE, JS; CHAGAS JÚNIOR, AF. Atividade enzimática de isolados de rizóbia nativos da Amazônia Central crescendo em diferentes níveis de acidez. **Ciênc. Technol. Aliment.**, 26(1):204-210. 2006a.

Oliveira, AN; Oliveira, LA; Andrade, JS. 2006b. Enzimas hidrolíticas extracelulares de isolados de rizóbia nativos da Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas, 26(4): 853-860.

OLIVEIRA, AN, OLIVEIRA, LA, ANDRADE, J.S. Produção de amilase por rizóbios, usando farinha de pupunha como substrato. **Ciênc. Technol. Aliment.** 2007, 27: 61-66. 2007.

PAULA, F.S.; RODRIGUES, J.L.M.; ZHOU, J.; WU, L.; MUELLER, R.C.; MIRZA, B.S.; BOHANNAN, B.J.M.; NUSSLEIN, K.; DENG, Y.; TIEDJE, J.M.; PELLIZARI, V.H. Land use change alters functional gene diversity, composition and abundance in Amazon forest soil microbial communities. **Molecular Biology**, <https://doi.org/10.1111/mec.12786>, 2014.

PEARCE, C. Biologically active fungal metabolites. **Adv. Appl. Microbiol.**, 44:1-80. 1997,

PRADO, K.L.L. **Microrganismos produtores de amilase, celulase, fostase, lípase, protease e urease nos solos amazônicos do ramal do Brasileirinho (Manaus) e de urucu (Coari).** Dissertação de mestrado em Biotecnologia, Universidade do Estado do Amazonas, 70p. 2009.

SILVA NEVES, K.C.; PORTO, A.L.; TEIXEIRA, M.F.S. Seleção de Leveduras da Região Amazônica para Produção de protease Extracelular. **Acta Amazonica**, 36 (3): 299-306. 2006.

SOTERO-MARTINS, A. ; BON, E. P. S.; CARVAJAL, E. Asparaginase II-Gep fusion as a Tool for studying the secretion of the enzyme under nitrogen starvation. **J. Microbiol.**, 34: 373-377. 2004.

SWEETLOVE, L. Number of species on Earth tagged at 8.7 million. **Nature**, doi:10.1038/news.2011.498. 2011.

ZAPPI, D.C.; FILARDI, F.L.R.; LEITMAN, P.; SOUZA, V.C.; WALTER, B.M.T.; PIRANI, J.R.; MORIM, M.P.; QUEIROZ, L.P.; CAVALCANTI, T.B.; MANSANO, V.F.; FORZZA, R.C. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguesia** 66(4): 1085-1113. <http://rodriguesia.jbrj.gov.br> DOI: 10.1590/2175-7860201566411. 2015.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**JOSÉ MAX BARBOSA DE OLIVEIRA JUNIOR** é graduado em Ciências Biológicas (Licenciatura Plena) pela Faculdade Araguaia (FARA). Mestre em Ecologia e Conservação (Ecologia de Sistemas e Comunidades de Áreas Úmidas) pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Doutor em Zoologia (Conservação e Ecologia) pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). É professor Adjunto I da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), lotado no Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas (ICTA). Orientador nos programas de Pós-Graduação *stricto sensu* em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida (PPGSAQ-UFOPA); Sociedade, Natureza e Desenvolvimento (PPGSND-UFOPA); Biodiversidade (PPGBEES-UFOPA) e Ecologia (PPGECO-UFPA/EMBRAPA). Membro de corpo editorial dos periódicos Enciclopédia Biosfera e Vivências. Tem vasta experiência em ecologia e conservação de ecossistemas aquáticos continentais, integridade ambiental, ecologia geral, avaliação de impactos ambientais (ênfase em insetos aquáticos). Áreas de interesse: ecologia, conservação ambiental, agricultura, pecuária, desmatamento, avaliação de impacto ambiental, insetos aquáticos, bioindicadores, ecossistemas aquáticos continentais, padrões de distribuição.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-357-6

