

The background of the cover is a vibrant blue, populated with various microscopic organisms. In the upper right, there are several circular, textured structures resembling spores or bacteria. A large, detailed, crescent-shaped organism with a textured surface and a long, thin, wavy tail is positioned in the upper left. Another similar organism is located in the lower right. The central text is rendered in a white, hand-drawn style with a blue outline, making it stand out against the blue background.

MICROBIOLOGIA BÁSICA E APLICADA

DANIELA REIS JOAQUIM DE FREITAS
(ORGANIZADORA)



MICROBIOLOGIA BÁSICA E APLICADA

DANIELA REIS JOAQUIM DE FREITAS
(ORGANIZADORA)

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

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

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

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

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás



Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emídio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco



Microbiologia básica e aplicada

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Daniela Reis Joaquim de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M626 Microbiologia básica e aplicada / Organizadora Daniela Reis Joaquim de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-953-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.537221802>

1. Microbiologia. I. Freitas, Daniela Reis Joaquim de (Organizadora). II. Título.

CDD 579

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

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



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A pesquisa na área de Microbiologia tem se expandido de forma impressionante nos últimos anos. Seja na área de pesquisa médica, no manejo e controle de infecções, ou nas áreas de biotecnologia, nutrição, produção de alimentos, produção de medicamentos ou indústria, sempre o conhecimento a respeito de microbiologia mostra-se necessário. E é fundamental poder acompanhar este desenvolvimento, através do estudo acerca do tema. O livro “Microbiologia Básica e Aplicada” nos dá uma mostra do tipo de pesquisa que se vem fazendo atualmente na área de Microbiologia geral.

Esta obra é composta por trabalhos científicos produzidos em diversas regiões do país na forma de artigos originais e de revisão, por pesquisadores capacitados, e abordam desde viroses transmitidas por dípteros ceratopogonídeos, como maruins, à entomologia forense, produção de cerveja utilizando leveduras não-convencionais e infecções odontogênicas causadas por *Streptococcus* e *Staphylococcus*, ou pneumonias causadas por *Klebsiella pneumoniae*; ainda temos a produção de biossurfactante por *Cunninghamella elegans* em condições extremas; a utilização de rizobactérias para a conservação de espécies vegetais florestais como *Apuleia leiocarpa*; e a produção de antimicrobianos através do uso de produtos naturais.

Ao longo dos oito capítulos que compõem esta obra, serão discutidos diferentes temas, com metodologia científica embasada em conceitos teórico-científicos aprovados por pares dentro da área de Microbiologia. Além disso, o livro traz conceitos importantes, todos atualizados e revistos. Isto faz com que “Microbiologia Básica e Aplicada” seja um livro voltado principalmente para estudantes e profissionais que desejam aprofundar mais seus conhecimentos nesta maravilhosa área, através de uma leitura rápida e dinâmica.

Todas as publicações da Atena Editora passam pela revisão de um Comitê de pesquisadores com mestrado e doutorado em programas de pós-graduação renomados no Brasil. Assim, este livro aqui apresentado é a soma de esforços para realizar um trabalho de qualidade, atualizado e devidamente revisado por pares.

Esperamos que você, caro leitor, aproveite bem nossa obra. Boa leitura.


Daniela Reis Joaquim de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

MARUINS (DIPTERA: CERATOPOGONIDAE) VETOR DE DOENÇAS NO MUNICÍPIO DE CAXIAS-MA


Cleilton Lima Franco
Tatiane Gomes da Silva Araújo
Ivirlane Naira Conceição de Oliveira
Francisca Barbara e Silva Barros
Carlos Augusto Silva de Azevêdo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5372218021>

CAPÍTULO 2..... 8

PREVALÊNCIA DE MICRORGANISMOS EM INFECÇÕES ODONTOGÊNICAS E OS PERFIS DE RESISTÊNCIA AOS ANTIMICROBIANOS: UMA REVISÃO


Lizandra Maria Ferreira Almeida
Maria Eduarda Lima Martins
José Manuel Noguera Bazán
Erika Alves da Fonseca Amorim
Tatiany Gomes Ferreira Fernandes
Cícero Newton Lemos Felício Agostinho
Lívia Câmara de Carvalho Galvão
Adrielle Zagmignan
Luís Cláudio Nascimento da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5372218022>

CAPÍTULO 3..... 20

***Klebsiella pneumoniae*: UMA VISÃO GERAL SOBRE ESSA ESPÉCIE BACTERIANA QUE DESPERTA PREOCUPAÇÃO CRESCENTE NA SAÚDE PÚBLICA MUNDIAL**


André Pitondo da Silva
Rafael da Silva Goulart
Carolina Bressan dos Reis
Miguel Augusto de Moraes
Mariana de Oliveira-Silva
Rafael Nakamura da Silva
Amanda Kamyla Ferreira da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5372218023>

CAPÍTULO 4..... 38

ANÁLISE DA SOBREVIVÊNCIA DE LARVAS E PUPAS DE CALLIPHORIDAE (DIPTERA) PÓS-ENTERRAMENTO: UMA REVISÃO DA LITERATURA E ESTUDO EXPERIMENTAL SOB A LUZ DA ENTOMOLOGIA FORENSE


Jéssica da Silva Costa
Adriana Leal de Figueiredo
Wellington Thadeu de Alcantara Azevedo
Cláudia Soares Santos Lessa
Valéria Magalhães Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5372218024>

CAPÍTULO 5..... 50

AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE LEVEDURAS ISOLADAS PARA A PRODUÇÃO DE CERVEJA


João Vitor Rodrigues Pereira
Marcela Moreira Albuquerque
Willyan Alex Prochera Clausen
Paula Regina Cogo Pereira
Karla Emanuele Costa Rosa
Lígia Alves da Costa Cardoso
Thabata Maria Alvarez
Maura Harumi Sugai-Guerios

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5372218025>

CAPÍTULO 6..... 66

PRODUÇÃO DE BIOSSURFACTANTE POR *Cunninghamella elegans* UCP 542 E AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE APÓS EXPOSIÇÃO A CONDIÇÕES EXTREMAS


Camilla Pereira de Arruda
Evelyn Tamires Nascimento Andrade
Luanna Julia Silva de Melo
Emerson Ryan Neves de Souza
Eduardo Henrique Cabral Braga
Vitória Régia da Silva
Carlos Henrique Corrêa Xavier
Galba Maria de Campos Takaki
Luiz Oliveira da Costa Filho
Rosileide Fontenele da Silva Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5372218026>

CAPÍTULO 7..... 74

PRODUTOS NATURAIS NO DESENVOLVIMENTO DE DROGAS CONTRA TUBERCULOSE: UMA REVISÃO DE ESTUDOS UTILIZANDO MODELOS ANIMAIS

João Victor de Souza Lima
João Gabriel Matos da Silva
Daniel Lima Pereira
Amanda Caroline de Souza Sales
Lucas dos Santos Silva
Bruna Sthefanny da Cunha Ferreira
Maria Caroliny dos Santos Vale
Larissa Araújo Lopes
José Manuel Noguera Bazán
Diana Messala Pinheiro da Silva Monteiro
Erika Alves da Fonseca Amorim
Adrielle Zagmignan
Luís Cláudio Nascimento da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5372218027>

CAPÍTULO 8..... 92


RIZOBACTÉRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DA *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr

Beatriz Silva Santiago

Monyck Jeane dos Santos Lopes

Ila Nayara Bezerra da Silva

Ely Simone Cajueiro Gurgel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5372218028>

SOBRE A ORGANIZADORA..... 102

ÍNDICE REMISSIVO..... 103

CAPÍTULO 8

RIZOBACTÉRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DA *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr

Data de aceite: 01/02/2022

Data de submissão: 21/12/2021

Beatriz Silva Santiago

Universidade Federal do Pará
Belém– Pará

<https://orcid.org/0000-0002-8376-5484>

Monyck Jeane dos Santos Lopes

Museu Paraense Emilio Goeldi
Belém – Pará

<https://orcid.org/0000-0003-3092-6683>

Ila Nayara Bezerra da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém – Pará

<https://orcid.org/0000-0003-3346-7531>

Ely Simone Cajueiro Gurgel

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG)
Belém - Pará

<https://orcid.org/0000-0002-9488-7532>

RESUMO: Nos últimos anos há o avanço vertiginoso da mineração, exploração madeireira e dos desmatamentos de maneira avassaladora, tais fatores vêm favorecendo a dissipação do desmesurado potencial do patrimônio de diversidade biológica, imprescindível para o estabelecimento do paradigma da nova revolução biotecnológica. Diante desse cenário, existe a urgente necessidade de alcançar novas estratégias que possam garantir a conservação das espécies e o funcionamento de ecossistemas em longo prazo. A espécie de *Apuleia leiocarpa*

(Vogel) J. F. Macbr, popularmente conhecida como amarelão, é uma espécie florestal nativa amplamente recomendada para diversos fins devido à alta qualidade da madeira, têm potencial apícola e é promissora em programas de enriquecimento florestal e de recuperação de áreas degradadas. Uma estratégia para conservar essa espécie seria usar rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (PGPR). O objetivo deste capítulo é fazer uma breve revisão acerca do potencial benéfico de usar rizobactérias para a conservação de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.

PALAVRAS-CHAVE: Rizobactérias; Microbiota do solo; Amarelão; Conservação ambiental.

RHIZOBACTERIA IN *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr. CONSERVATION

ABSTRACT: In recent years there has been an increase in mining, logging, and deforestation, favoring the dissipation of biodiversity. In this scenario, the use of new strategies aimed at the conservation of species and ecosystems is essential. *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr., is a native forest species, widely recommended for various purposes, due to the high quality of the wood. It has beekeeping potential, is promising in forest enrichment programs and the recovery of degraded areas. This species would be to conservation by using plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). The objective of this chapter is to briefly review the potential benefits of PGPR in *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr. conservation.

KEYWORDS: Rhizobacteria; Soil microbiota; Yellowish; Environmental Conservation.

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos há o avanço vertiginoso da mineração, da exploração madeireira e dos desmatamentos de maneira avassaladora, tais fatores vêm favorecendo a dissipação do desmesurado potencial do patrimônio de diversidade biológica, imprescindível para o estabelecimento do paradigma da nova revolução biotecnológica. A exploração de espécies nativas madeireiras se concentra predominantemente na extração de florestas naturais, e a exploração madeireira na região Amazônica tem como uma de suas principais características a falta ou reduzida reposição das espécies exploradas. Diante desse cenário, existe a urgente necessidade de alcançar novas estratégias que possam garantir a conservação das espécies e o funcionamento dos ecossistemas em longo prazo (GALINDO et al., 2015; RODRIGUES, 2020; OTT, 2021).

A presença da madeira ao longo do seguimento da história humana mostra seu valor entre as principais matérias primas que sustentam a vida no planeta. As diversas maneiras do seu uso, a procura crescente e a oferta natural vindo a ser cada vez mais escassa, conduziram às mudanças culturais e tecnológicas necessárias à sua obtenção. Por isso, estudos relacionados a biotecnologia, como o uso de rizobactérias, vem sendo mais recorrentes e apresentados como uma alternativa sustentável (IBÁ, 2019; DELVAUX et al., 2021; LOPES et al., 2021a).

A espécie *Apuleia leiocarpa*, popularmente conhecida como Amarelão, Mitaroá, Cumaru Cetim, Grápia ou Garapa, pertencente à família Fabaceae, é encontrada nos biomas da Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado. Devido a cor amarela do seu tronco é uma árvore facilmente encontrada dentro de florestas dessa forma sofre com a intensiva exploração para extração de madeira. A desintegração do seu habitat e pela maneira que suas sementes germinam de forma lenta e irregular, a presença da espécie é interrompida e vem sendo ameaçada de extinção. Outra concepção relevante sobre a espécie é que a produção de mudas é dificultada pela característica de suas sementes e requer tratamentos específicos de quebra de dormência, a fim de igualar sua germinação, a frutificação irregular e por ser uma árvore de grande altura o que complica a coleta de frutos, pensando nisso nos últimos anos vem sendo estudadas técnicas alternativas para a regeneração da espécie (BRAGA et al., 2021).

As rizobactérias são encontradas na rizosfera, que é o local do solo mais próximo a raiz da planta. Essa região é rica em nutrientes e microrganismos, como rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (PGPR). As rizobactérias são benéficas às plantas por promoverem seu desenvolvimento devido à produção de fitormônios, a produção de sideróforos e também de antibióticos, a mobilização fosfato e a resistência sistêmica a patógenos que atuam no controle biológico de doenças (LOPES et al., 2021a). Entre as PGPR, destaca-se as bactérias solubilizadoras de fosfatos e as fixadoras de nitrogênio, essas têm importância para plantas cultivadas pois aumentam a absorção de nitrogênio

e de fósforo realizando um papel essencial como biofertilizantes. Porém, infelizmente os estudos acerca da diversidade de microrganismos presentes no solo, a sua composição e funcionamento, são complexos por causa da heterogeneidade física, química e biológica dos solos e também devido as relações entre a quantidade de espécies e a pluralidade de microrganismos presentes no solo (DELVAUX et al., 2021; CARGNELUTTI, 2021).

Nesse sentido o objetivo deste capítulo é fazer uma breve revisão acerca dos benefícios das rizobactérias promotoras de crescimento em plantas (PGPR), de maneira que possa demonstrar seu potencial para a conservação de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância de estudar a biodiversidade

O Brasil, é um dos países mais ricos em biodiversidade do mundo, tendo 55% de cobertura vegetal nativa e 15% da água doce do planeta. Essa biodiversidade reforça uma maior atenção para as políticas orientadas para a conservação e o uso sustentável dos biomas, já que 60% das espécies ameaçadas de extinção estão em territórios protegidos, e aproximadamente 75% das áreas federais de conservação abrigam tais populações contudo parece que o brasileiro ainda não se deu conta da riqueza incalculável que o país abriga e que o futuro da humanidade está nas mãos da sociedade como um todo (VIEIRA, 2014; TESTA et al., 2020).

O bioma Amazônico detém uma importante relevância de caráter biológico e socioambiental para o mundo, abriga grande diversidade de espécies da flora, fauna e de conhecimentos tradicionais de comunidades locais, o que é capaz de influenciar na manutenção do equilíbrio ambiental do planeta. Os problemas relacionados à devastação ambiental é um risco à biodiversidade amazônica isso porque essa biodiversidade é um patrimônio que merece ser protegido, representa uma valiosa fonte ao desenvolvimento sustentável nos planos regional, nacional e mundial (BERTOLDI et al., 2020; MATHEUS, 2020).

O uso inadequado dos recursos naturais advindo de atividades agrícolas intensivas pode provocar processo de degradação ambiental sem precedentes, podendo ocasionar o esgotamento dos recursos naturais e conseqüentemente a perda da biodiversidade, portanto é necessário estudos sobre técnicas que minimizem o impacto decorrente do uso e manejo do solo para poderem serem aplicadas para minimizar os efeitos da degradação ambiental (NUNES et al. 2012).

2.2 Caracterização de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr

Apuleia leiocarpa (Vogel) J. F. Macbr é uma espécie florestal nativa, amplamente

recomendada para diversos fins, devido à alta qualidade da madeira. Têm potencial apícola, fitomedicinal, é promissora em programas de enriquecimento florestal e de recuperação de áreas degradadas (CASTRO et al., 2017). É uma árvore decidual de grande porte, de até 40m de altura, com fustes longos e retos de até 1m ou mais de diâmetro e copas pequenas, possui uma casca cinza-claro, descamante em placas deixando cicatrizes com lenticelas, com folhas alternas, imparipenadas, com 7 a 11 folíolos alternos, elípticos, de até 3,5cm de comprimento. A casca é muito usada para a extração de tanino, madeira de lei, dura e pesada, com uma cor bege-amarelada, possui múltipla aplicação: tonéis e pipas, construção civil externa e interna, marcenaria, construção naval (TASKKA, 2016).

O fruto é simples, formado por uma vagem (legume) oblonga ou ovado-oblonga, de coloração castanho-claro, seca e indeiscente, ápice e base agudos, superfície lisa, brilhante (Figura 1). Externamente, as sementes possuem formato elíptico, aplainado, com tegumento de coloração castanho-brilhante, às vezes mais ou menos escuro, espesso, glabro, com presença de cicatriz linear visível (hilo), de cor castanho-claro, em geral tende ter no tamanho das sementes de 4 a 5,8 cm de comprimento e 1,65 a 2 cm de largura contudo nas dimensões de frutos e sementes da *Apuleia leiocarpa* geralmente se obtém ampla variação. Em determinadas épocas as sementes apresentam alta infestação de brocas e são avidamente consumidas por roedores e periquitos, prejudicando a sua regeneração natural (LOUREIRO, 2004; FELIPPI et al. 2012; TASKKA, 2016).

A germinação geralmente é caracterizada como epígea e as plântulas são do tipo fanerocotiledonar com emergência curvada, embora os cotilédones possam permanecer parcialmente envolvidos pelo tegumento seminal, a germinação tem início entre 10° e 30° dia após a sementeira, levando até 80 dias para germinar sem tratamento pré-germinativo adequado (CARVALHO, 2003; FELIPPI et al., 2012).



Figura 1. Árvore (a), fruto (b) e semente (c) de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.

Fonte: Monyck Lopes; Árvores do Brasil, 2020; Anita Stival, 2018.

2.3 Microbiota do solo

A microbiologia do solo é a ciência que estuda organismos extremamente pequenos que habitam o solo e contribuem para os chamados serviços ecossistêmicos, sendo de suma importância para a agricultura, ajudando ativamente na melhoria e manutenção da qualidade do solo (CARGNELUTTI, 2021). Os serviços ecossistêmicos são resultantes da atividade biológica de determinados grupos de organismos, além dos fungos no solo encontramos numerosos gêneros de bactérias, muitas das quais realizam funções importantes no ciclo de nutrientes e também protegem as culturas contra doenças. A seleção e adequação dessa comunidade microbiana a ambientes em circunstâncias de estresse auxiliam o processo de regeneração, principalmente em áreas devastadas logo os microrganismos são benéficos ao meio ambiente, e considerados de extrema importância e indispensáveis para a manutenção dos ecossistemas (OLIVEIRA et al., 2019; JUNIOR et al., 2021).

Em relação aos solos brasileiros, este tipo de estudo se faz necessário uma vez que é sobre tais solos e seus respectivos microbiomas que sustentam biomas de grande biodiversidade, ou mesmo áreas de cultivo agrícola com elevada produtividade e importância econômica. Pode-se ainda extrapolar o conceito de microbioma, considerando-o não apenas como o conjunto de organismos presentes em uma área distinta, mas associado aos diferentes solos sobre os quais se desenvolve a mesma cultura agrícola ou que integram a mesma paisagem, inserindo assim o conceito de biogeografia na definição de microbioma (FIERER et al., 2006).

A biomassa microbiana é considerada um excelente bioindicador de qualidade dos solos, uma vez que atua nos processos biogeoquímicos, refletindo o nível de degradação ou alterações na qualidade do solo e do ambiente, o solo rizosférico é totalmente rico em microrganismos de suma importância para o manejo da agricultura, que ajudam na absorção dos nutrientes do solo necessários para a planta como por exemplo o fósforo, logo é uma alternativa sustentável para o não uso de agrotóxicos e fertilizantes utilizados nos sistemas agrícolas tradicionais (HOFFMANN et al., 2018; ROCHA, 2020).

2.4 Rizobactérias promotoras de crescimento em plantas (PGPR)

Os microrganismos presentes na rizosfera são constituídos por um subgrupo de filos bacterianos, ainda que as comunidades de cada região sejam diferentes entre si, em relação a ordens, famílias, gêneros e/ou espécies, as rizobactérias, são conhecidas por estimularem o crescimento vegetal. Benefícios com potencial para serem empregadas no controle biológico de fitopatógenos, no aproveitamento mais eficiente de fertilizantes, como rizoremediadoras e na degradação de compostos nocivos às plantas (GALINDO et al., 2015). O uso das bactérias promotoras de crescimento na agricultura é otimizador do incremento do crescimento da planta, especialmente sob condições limitantes (CARDOSO

et al., 2019; LOPES et al., 2021b).

Em uma pesquisa, Medeiros et al. (2017), realizaram um experimento de inoculação, com rizobactérias da espécie *Azospirillum lipoferum* em sementes da espécie de *Myracrodruon urundeuva* Allemão. Foi obtido que tratamentos com inóculo de PGPR que estavam sob sol tiveram maior resistência a alta irradiância solar do que os tratamentos sem inóculo, dessa maneira é possível observar que o estresse causado pela irradiância do sol foi minimizado a partir do uso das PGPR nos tratamentos. Assim é possível evidenciar como a utilização das rizobactérias podem aumentar a resistência das plantas em relação aos estresses abióticos.

As rizobactérias (PGPR) são de vida livre, simbióticas ou endofíticas, possuem várias habilidades que as caracterizam como benéficas para as culturas ou plantas como um todo e produzem substâncias inibitórias, como antibióticos, ácidos orgânicos, sideróforos, antifúngicos e bacteriocinas, essas bactérias favorecem o crescimento das plantas e proporcionam uma melhor adaptação no campo além de promover um aumento substancial da área radicular, o que permite maior eficiência na retirada de água e macro e micronutrientes podendo apresentar ainda um relativo efeito adverso sobre muito microrganismos patogênicos (BOMPADRE et al., 2014; CESA-LUNA et al., 2020; MOIN et al., 2020).

As bactérias são capazes de sintetizar nutrientes como o fosfato, que é responsável pelo armazenamento e transferência de energia como, por exemplo, a glicose, frutose e ATP, é um nutriente de suma importância para o crescimento das plantas porém em geral os solos apresentam deficiência de fósforo (NUNES, 2019). As PGPR conseguem solubilizar o fosfato de forma inorgânica como consequência da liberação de ácidos orgânicos secretados por diferentes gêneros bacterianos pois esses ácidos competem com o fosfato pelos sítios de adsorção no solo, aumentando a disponibilidade desse elemento para os vegetais, o fosfato além de incrementar o desenvolvimento vegetal também reduz a necessidade do uso de fertilizantes manufaturados diminuindo os impactos ambientais (AWAIS et al., 2017; PREININGER et al., 2018; YU et al., 2019).

Outra produção importante são os fitormônios que estimulam o desenvolvimento vegetal, o ácido indol acético (AIA), no qual as rizobactérias auxiliam na produção, estimula a divisão celular, o alongamento das células, diferenciação celular, respostas gravitacionais, regulação, queda de folhas, amadurecimento e oferece maior proteção para as plantas sobre estresses, o AIA serve como um agente de regulação de diferenciação de células microbianas. As PGPR são bem conhecidas pela capacidade de sintetizar auxinas, é relatado que 80% dos microrganismos isolados da rizosfera de diversas culturas possuam a habilidade de sintetizar e secretar estes compostos, alguns gêneros de bactérias com capacidade de síntese de AIA já foram descritas, como: *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Agrobacterium*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Bradyrhizobium*, *Burkholderia*, *Curtobacterium*, *Enterobacter*, *Kocuria*, *Gluconacetobacter*, *Pantoea*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* e

Xanthomonas, todas mostrando grande potencial de promoção de crescimento vegetal através da produção deste fitormônio (QUECINE et al., 2014; BATISTA et al., 2018; PARRAY; MIR; SHAMEEM, 2019).

3 | CONCLUSÃO

Nesse sentido é possível observar que o uso de rizobactérias traz inúmeros benefícios para as plantas, auxiliando no seu crescimento de tal forma que a torna uma alternativa sustentável para a conservação ambiental. O uso na conservação da espécie *A. leiocarpa* é muito provável para a regeneração da espécie, auxiliando em mudas com crescimento acelerado, com maior sobrevivência no campo, contribuindo para o reflorestamento. São necessários mais estudos sobre as PGPR pois apresentam grande importância para o meio ambiente e que pode trazer uma maior sustentabilidade em diversos segmentos.

REFERÊNCIAS

ANITA, S. **Grábia, uma árvore ornamental com madeira de qualidade**. 2018. Disponível em: <<https://www.queplantaessa.com.br/grapia-apuleia-leiocarpa/>>. Acesso em: 01/12/2021.

AWAIS, M.; TARIQ, M.; ALI, A.; QURBAN, A.; KHAN, A.; TABASSUM, B.; NASIR, I. A.; HUSNAIN, T. **Isolation, characterization and inter-relationship of phosphate solubilizing bacteria from the rhizosphere of sugarcane and rice**. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, v. 11, p. 12–321, 2017.

BATISTA, B. D.; LACAVAL, P. T.; FERRARI, A.; TEIXEIRA-SILVA, N. S.; BONATELLI, M. L.; TSUI, S.; MONDIN, M.; KITAJIMA, E. W.; PEREIRA, J. O.; AZEVEDO, J. L.; QUECINE, M. C. **Screening of tropically derived, multi-trait plant growth-promoting rhizobacteria and evaluation of corn and soybean colonization ability**. Microbiological Research, v. 206, p. 33-42, 2018.

BERTOLDI, M. R.; DAMASCENO, A. T. de M. **A conservação da biodiversidade na Amazônia e a governança transnacional ambiental: o programa áreas protegidas da Amazônia (arpa) e a experiência local com o parque nacional do cabo orange (pnco)**. Revista de Direito da Cidade, v. 12, n. 4, p. 1-26, 2020.

BOMPADRE, M. J.; PÉRGOLA, M.; BIDONDO, L. F.; COLOMBO, R. P.; SILVANI, V. A.; PARDO, A. G.; OCAMPO, J. Á.; GODEAS, A. M. **Evaluation of arbuscular mycorrhizal fungi capacity to alleviate abiotic stress of olive (*Olea europaea* L.) plants at different transplant conditions**. The Scientific World Journal, Bethesda, p. 12, 2014.

BRAGA, D. P. P.; RUSCHEL, A. R.; KANASHIRO, M.; VIDAL, E.; CRUZ, E. D.; MILÉO, R. C.; PORRO, R. **Árvores do manejo florestal no Projeto de Desenvolvimento Sustentável Virola-Jatobá, Anapu, PA**. Brasília, DF: Embrapa, p. 48-49, ed. 1, 2021.

CESA-LUNA, C.; BAEZ, A.; QUINTERO-HERNÁNDEZ, V.; LA CRUZ-ENRÍQUEZ, J.; CASTAÑEDA-ANTONIO, A. M.; MUÑOZROJAS, J. **The importance of antimicrobial compounds produced by beneficial bacteria on the biocontrol of phytopathogens**. Acta Biológica Colombiana, v. 25, n. 1, p. 140-154, 2020.

CARDOSO, E. J. B. N.; ESTRADA-BONILLA, G. A. Inoculantes Agrícolas. In: ALTERTHUM, F.; SCHMIDELL, J.; MORAES, I.; LIMA, U. de A. (org.). **Biotecnologia Industrial: Processos fermentativos e bioenzimáticos**, 2. ed. São Paulo: Blucher, 2019.

CARGNELUTTI, D.; BAMPI, E.; SANTIAGO, G. DE M; LUZ, V. C.; GARBIN, E.; CASTAMANN, A.; MOSSI, A. J. **Soluções tecnológicas emergentes para uma agricultura sustentável: microrganismos eficientes**. Agroecologia: princípios e fundamentos ecológicos aplicados na busca de uma produção sustentável / Luis Manuel Hernández García. Mérida Publishers, 2021.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: EMBRAPA/CNPR, Brasília, v. 1, p. 1039, 2003.

CASTRO, D. S. de; ARAUJO, E. F.; BORGES, E. E. de L.; AMARO, H. T. R. **Caracterização da testa de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr.) após superação de dormência**. Ciência Florestal, v.27, n.3, p.1061-1068, 2017.

DELVAUX, J. C.; MIGUEL, P. S. B.; OLIVEIRA, M. N. V.; FRANCO, M. H. R.; CAMARGO, R.; BORGES, A. C. **Efeito da sazonalidade e disponibilidade de recursos sobre comunidades microbianas em solo de floresta de eucalipto**. Scientia Forestalis, v. 49, n. 130, p. 1-13, 2021.

FELIPPI, M.; MAFRA, C. R. B.; CANTARELLI, E. B.; ARAÚJO, M. M.; LONGHI, S. J. **Fenologia, Morfologia e Análise de Sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F Macbr.** Ciência Florestal, v. 22, n. 3, p. 477–491, 2012.

FIERER, N.; JACKSON, R. B. **The diversity and biogeography of soil bacterial communities**. Proceedings of the National Academy of Science of United States of America, Washington, v. 103, n. 3, p. 626–631, 2006.

GALINDO, F. S.; LUDKIEWICZ, M. G. Z.; BELLOTE, J. L. M.; SANTINI, J. M. K.; FILHOT.M. C. M. T.; BUZETTI, S. **Épocas de inoculação com *Azospirillum brasilense* via foliar afetando a produtividade da cultura do trigo irrigado**. Tecnol. & Ciên. Agropec., João Pessoa, v.9, n.2, p.43-48, 2015.

ÁRVORES DO BRASIL. **Garapa – *Apuleia leiocarpa***. 2020. Disponível em: <<https://www.arvores.brasil.nom.br/new/garapa/index.htm>>. Acesso em: 01/12/2020.

HOFFMANN, R. B.; MOREIRA, É. E. A.; HOFFMANN, G. S. S.; ARAÚJO, N. S. F. **Efeito do manejo do solo no carbono da biomassa microbiana**. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 1, n.1, 2018.

IBÁ. **Sumário executivo da indústria brasileira de árvores: relatório 2019**, Brasília: IBÁ, p. 80, 2019. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>

JUNIOR, P. P.; SILVA, M. C. S.; PRADO, I. G. O.; SILVA, H. S.; SILVA, C. C.; KASUYA, M. C. M. **Como os microrganismos auxiliam na revegetação de áreas afetadas pelo desastre de mariana?** In Dia d do rio doce: Um olhar científico sobre o maior desastre socioambiental do Brasil / Org: VICENTE, N. M. F, SPERBER, C. F.; CARNEIRO, M. A. C. Lavras: UFLA, 2021.

LOPES, M. J. S.; SANTIAGO, B. S.; SILVA, I. N. B. da; GURGEL, E. S. C. **Microbial biotechnology: inoculation, mechanisms of action and benefits to plants**. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, 2021a.

LOPES, M. J. S.; DIAS-FILHO, M. B.; GURGEL, E. S. C. **Successful Plant Growth-Promoting Microbes: Inoculation Methods and Abiotic Factors**. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, v. 5, 2021b.

LOUREIRO, M. B.; GONÇALVES, E. R. da.; ROSSETTO, C. A. V. **Avaliação do efeito do tamanho de sementes na germinação e no vigor de garapa (*Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr.)**. *Revista Univ. Rural. Seropédica*, v. 24, n. 1, p. 73-77, 2004.

MATHEUS, A. C. C. **Sugestões para o alcance das dimensões da sustentabilidade dos conhecimentos tradicionais associados à biodiversidade amazônica**. *Revista Sítio Novo*, v. 4, n. 3, p. 175-187, 2020.

MEDEIROS, M. J. dos S.; SOUSA, R. L. de; OLIVEIRA, D. M. de; SILVA, A. P. A. da; LIMA, A. L. A. de. **Estabelecimento de *Myracrodruon urundeuva* Allemão com inoculação de micro-organismo sob diferentes condições de luminosidades**. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 02, n. 04, p. 482-492, 2017.

MOIN, S.; ALI, S. A.; HASAN, K. A.; TARIQ, A.; SULTANA, V.; ARA, J.; EHTESHAMUL-HAQUE, S. **Managing the root rot disease of sunflower with endophytic fluorescent *Pseudomonas* associated with healthy plants**. *Crop Protection*, v. 130, p. 1-10, 2020.

NUNES, J. S.; ARAÚJO, A. S. F.; NUNES, L. A. P. L.; LIMA, L. M.; CARNEIRO, R. F. V.; SALVIANO, A. A. C.; TSAI, S. M. **Impact of land degradation on soil microbial biomass and activity in northeast Brazil**. *Pedosphere*, v. 22, n. 1, p. 88-95, 2012.

OLIVEIRA, P. A.; GIORDANI, I.; BARETTA, C. R. D. M. **Benefícios da microbiota do solo na agricultura**. *Caderno rural*, ed. 227, v. 11, 2019.

OTT, P. H.; BORDIN, J. **Planejamento para a Conservação da Biodiversidade: uma Abordagem Prática e Interdisciplinar de Ensino**. *Biodiversidade Brasileira*, v. 11, n. 3, p. 1-18, 2021.

PARRAY, J. A.; MIR, M. Y.; SHAMEEM, N. **Sustainable Agriculture: Biotechniques in Plant Biology**. Springer Nature, 2019.

PREININGER, C.; SAUER, U.; BEJARANO, A.; BERNINGER, T. **Concepts and applications of foliar spray for microbial inoculants**. *Applied microbiology and biotechnology*, v. 102, n. 17, p. 7265-7282, 2018.

QUECINE, M. C.; BATISTA, B. D.; LACAVA, P. T. **Diversity and biotechnological potential of plant-associated endophytic bacteria**. In: Kumar, P. Ananda.; Govil, J. N. *Biotechnology: Plant Biotechnology*, v. 2, p. 377-424, 2014

ROCHA, A. F. de S. **Diversidade funcional da microbiota endofítica e rizosférica de *Hymenaea courbaril* l. no cerrado e pantanal**. 2020. 84 f. Dissertação (em biodiversidade e conservação) – Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verda, 2020.

RODRIGUES, B. S. **Biodiversidade e desenvolvimento na Amazônia: uma Perspectiva do paradigma tecnológico da quarta revolução Industrial**. *Revista do Instituto de Estudos Econômicos e Internacionais*, v. 1, n. 4, p. 116-142, 2020.

TASKKA. **Mudas nativas e ornamentais lof**, Grápia – Viveiro, 2016. Disponível em: <<http://www.mudasnativaslof.com.br/especies/detalhes/grapia>>. Acesso em: 09/01/2021

TESTA, P. A.; FAVERO, L.; DE ROSA, K. R. **Biodiversidade: principais ameaças e alertas**. RETEC, Ourinhos, v. 13, n. 1, p. 29-34, 2020.

VIEIRA, L. **O rumo atual e a perda da biodiversidade no Brasil**. 2014. Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/colunas/colunistas-convidados/28642-o-rumo-atual-e-a-perda-da-biodiversidade-no-brasil/>>. Acesso em: 14, abril, 2021.

YU, L.; SONG, M.; LEI, Y.; KORPELAINEN, H.; NIINEMETS, U.; LI, C. **Effects of competition and phosphorus fertilization on leaf and root traits of late-successional conifers *Abies fabri* and *Picea brachytyla***. *Environmental and Experimental Botany*, v. 162, p. 14–24, 2019.

SOBRE A ORGANIZADORA

DANIELA REIS JOAQUIM DE FREITAS - Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2000), com mestrado em Biologia Celular e Molecular (2002), doutorado em Ciências (2006) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Durante o mestrado e o doutorado trabalhou diretamente com biologia celular e molecular e bioquímica, na clonagem e expressão de genes do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Também trabalhou com morte celular e estresse oxidativo no carrapato. Fez pós-doutorado na área de Ciências Médicas - Farmacologia (2007) na Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre. Atualmente é professora e líder do Grupo de Estudos em Microbiologia e Parasitologia (NUEMP) no Departamento de Parasitologia e Microbiologia, e membro do Núcleo de Pesquisa em Prevenção e Controle de Infecções em Serviços de Saúde (NUPCISS) na Universidade Federal do Piauí. Também é docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem (PPGEnf-UFPI). Tem experiência nas áreas de Biologia Celular e Molecular, Imunologia, Parasitologia, Microbiologia e Farmacologia Experimental e tem linhas de pesquisa em Controle de Infecções em Serviços de Saúde, Infecções comunitárias e Educação em Saúde.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alicina 75, 83

Amarelão 92, 93

Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F.Macbr 92, 94, 95

Atrovimicina 75, 83

C

Calliphoridae 38, 39, 40, 43, 45, 47, 48, 49

Culicoides 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Cunninghamella elegans 66, 67, 68, 69, 70, 71

E

Entomologia forense 38, 39, 40, 47

F

Fungos 57, 67, 70, 96

I

Infecções bacterianas 32

Infecções odontogênicas 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17

K

Klebsiella pneumoniae 15, 20, 21, 27, 32, 33, 34, 35, 36, 37

L

Larvas e pupas 38, 40, 45, 47

Leveduras não-convencionais 51, 52

Lúpulo 51, 54, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63

M

Maltose 51, 53, 54, 55, 56, 58, 62

Maruins 1, 6

Microbiota do solo 92, 96, 100

Mosca-varejeira 39

Mycobacterium tuberculosis 75, 76, 80, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90

P

Patogenicidade 21, 22, 25, 36

Pneumonias 20, 29

Produção de cerveja 50, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 62

Produção de etanol 50, 59

R

Resistência antimicrobiana 24

Rizobactérias 92, 93, 94, 96, 97, 98

S

Staphylococcus 9, 11, 12, 13, 15, 16, 27

Streptococcus 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16

T

Tensão superficial 67, 69, 70, 71

Tensoativo 67

U

Uso racional de fármacos 9, 16


V

Viabilidade pupal 39, 44, 46



MICROBIOLOGIA BÁSICA E APLICADA

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

The background of the cover is a vibrant blue with various microorganisms. There are several circular structures, likely bacteria or fungi, with textured surfaces. A prominent feature is a long, thin, wavy filamentous structure, possibly a bacterium or a piece of DNA, that curves across the middle of the cover. The overall aesthetic is scientific and modern.

MICROBIOLOGIA BÁSICA E APLICADA

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 