

The background of the cover is a vibrant blue with a pattern of various microscopic organisms. There are several circular, textured structures resembling spores or cells, some with distinct internal patterns. There are also elongated, wavy, and somewhat irregular shapes that look like parasites or fungi. The overall aesthetic is scientific and colorful.

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

<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>92</b>
RIZOBACTÉRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DA <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr Beatriz Silva Santiago Monyck Jeane dos Santos Lopes Ila Nayara Bezerra da Silva Ely Simone Cajueiro Gurgel  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.5372218028">https://doi.org/10.22533/at.ed.5372218028</a>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>102</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>103</b>

# CAPÍTULO 6

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

Data de aceite: 01/02/2022

### **Camilla Pereira de Arruda**

Escola de Saúde e Ciências da vida,  
Universidade Católica de Pernambuco  
Recife, Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2386564510843270>

### **Evelyn Tamires Nascimento Andrade**

Escola de Saúde e Ciências da vida,  
Universidade Católica de Pernambuco  
Recife, Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6638279308302904>

### **Luanna Julia Silva de Melo**

Escola de Saúde e Ciências da vida,  
Universidade Católica de Pernambuco  
Recife, Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/9527710145261512>

### **Emerson Ryan Neves de Souza**

Escola de Saúde e Ciências da vida,  
Universidade Católica de Pernambuco  
Recife, Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0349063286484281>

### **Eduardo Henrique Cabral Braga**

Escola de Saúde e Ciências da vida,  
Universidade Católica de Pernambuco  
Recife, Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6148442507411711>

### **Vitória Régia da Silva**

Escola de Saúde e Ciências da vida,  
Universidade Católica de Pernambuco  
Recife, Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0020497984997800>

### **Carlos Henrique Corrêa Xavier**

Escola de Saúde e Ciências da vida,  
Universidade Católica de Pernambuco  
Recife, Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7559656512909265>

### **Galba Maria de Campos Takaki**

Escola de Saúde e Ciências da vida,  
Universidade Católica de Pernambuco  
Recife, Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0974509229906743>

### **Luiz Oliveira da Costa Filho**

Escola de Saúde e Ciências da vida,  
Universidade Católica de Pernambuco  
Recife, Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2983953041006730>

### **Rosileide Fontenele da Silva Andrade**

Escola de Saúde e Ciências da vida,  
Universidade Católica de Pernambuco  
Recife, Pernambuco, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/6306166869610699>

**RESUMO:** Os biossurfactantes são compostos anfipáticos produzidos por micro-organismos com várias e importantes aplicações industriais e ambientais, cujos metabólitos vem sendo investigado pelas vantagens de produção a partir de fontes renováveis e funcionalidade sob condições extremas. Deste modo, neste trabalho foi investigada a utilização de meio alternativo constituído por fontes renováveis para produção do biossurfactante por *Cunninghamella elegans*. A produção do biossurfactante foi investigada no meio alternativo formulado com resíduo de macarrão instantâneo (2%), óleo pós fritura

(0,5%) e milhocina (2%). Após 96h de cultivo foi avaliada no líquido metabólico a tensão superficial, a capacidade de formação de emulsões e o potencial de manter a estabilidade tensoativa após exposição térmica, iônica e do pH. Os resultados obtidos demonstraram que o biossurfactante foi capaz de reduzir a tensão superficial da água de 72mN/m para 33,6mN/m e produzir 96,42% de emulsificação utilizando o óleo motor e 69,23% com óleo queimado de motor. O biossurfactante demonstrou estabilidade da tensão superficial em valores extremos de concentrações de sal (20% de NaCl), em pH ácido, neutro e alcalino e em diferentes temperaturas, indicando seu potencial de uso em aplicações industriais. Neste contexto, o biossurfactante produzido possui potencial promissor de competir com os surfactantes quimicamente sintetizados promovendo o estímulo do mercado nacional e mundial na utilização de produtos menos tóxicos, biodegradáveis e ecologicamente corretos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tensoativo, Fungos, Resíduos, Tensão superficial, Sustentabilidade.

## PRODUCTION OF BIOSURFACTANT BY *Cunninghamella elegans* UCP 542 AND EVALUATION OF STABILITY AFTER EXPOSURE THE EXTREME CONDITIONS

**ABSTRACT:** Biosurfactants are amphipathic compounds produced by microorganisms with several important industrial and environmental applications, whose metabolites has been investigated by advantages of production from renewable sources and functionality under extreme conditions. Thus, in this work, the use of alternative medium consisting of renewable sources for the production of the biosurfactant by *Cunninghamella elegans* was investigated. The production of the biosurfactant was investigated in alternative medium formulated with instant noodle residue (2%), post-frying oil (0.5%) and corn steep liquor (2%). After 96h of cultivation, the surface tension, capacity of form emulsions and the potential to maintain surface-active stability after thermal, ionic and pH exposure were evaluated in the metabolic liquid. The results obtained showed that the biosurfactant was able of reduce the surface tension of water of 72mN/m to 33.6mN/m and produce 96.42% of emulsification using motor oil and 69.23% using burnt motor oil. The biosurfactant demonstrated surface tension stability at extreme values of salt concentrations (20% NaCl), in acidic, neutral and alkaline pH and in different temperatures, indicating its potential for use in industrial applications. In this context, the biosurfactant produced has promising potential for compete with chemically synthesized surfactants, stimulating the national and world market by use of products which are least toxic, biodegradable and ecologically correct.

**KEYWORDS:** Surfactant, Fungi, Waste, Surface tension, Sustainability.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os surfactantes, também conhecidos como tensoativos, são compostos químicos derivados do petróleo. Estruturalmente, possuem caráter anfifílico, com uma região hidrofílica e região hidrofóbica na mesma molécula, o que confere potencial de reduzir a tensão superficial e interfacial de líquidos imiscíveis (NITSCHKE e PASTORE, 2002; GROSSO-BECERRA, et al., 2016; DAS et al., 2021; MARTINS, et al.2021; SANTIAGO et al., 2021).

Consumidores de diversas partes do mundo passam a ter uma consciência ambiental mais ativa, tendo ciência dos efeitos nocivos de surfactantes químicos, tanto para a saúde, como maior toxicidade e riscos quando os produtos formulados com surfactantes químicos são lançados, após uso, no meio ambiente (BANAT et al., 2021).

Os biossurfactantes são surfactantes naturais que podem ser produzidos por micro-organismos. Por ser de origem natural, esses compostos possuem diversas vantagens quando comparados aos surfactantes químicos, em especial a baixa toxicidade, fácil biodegradabilidade e estabilidade em amplas faixas de pH, temperatura, e em diferentes concentrações salinas (HMIDET et al., 2019; ROCHA E SILVA et al., 2019).

A funcionalidade dos biossurfactantes em condições extremas de temperatura, pH e salinidade é importante por possibilitar diversas aplicações biotecnológicas, tais como, a biorremediação, a compostagem de solo, em processo medicinal e farmacêutico, na indústria de produtos de higiene e cosmética, entre outros. Portanto, os biossurfactantes são considerados os melhores candidatos para uso em formulações de bioprodutos a serem utilizados nos diversos setores industriais (ALI FERDAUSI et al., 2021).

A produção dos biossurfactantes ainda não é competitiva com os surfactantes químicos devido ao elevado custo de produção associado à baixa produtividade e ao uso de substratos onerosos (OSMAN et al., 2019; SAŁEK; EUSTON, 2019; BANAT et al., 2021).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo produzir biossurfactante por *Cunninghamella elegans* a partir de matéria-prima renovável e avaliar a estabilidade do sob condições ambientais extremas.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Micro-organismo

O fungo utilizado foi a *Cunninghamella elegans* UCP 542 que encontra-se mantida em meio ágar sabouraud a 5°C, no Banco de Culturas no Núcleo de Pesquisas em Ciências Ambientais e Biotecnologia da Universidade Católica de Pernambuco (NPCIAMB - UNICAP), Brasil, registrado na World Federation for Culture Collection (WFCC).

### 2.2 Matéria-prima renovável

A matéria prima de origem renovável utilizada para produção do biossurfactante foi o resíduo de macarrão instantâneo (gentilmente cedido pela indústria local), a milhocina (obtida da indústria de processamento de milho Corn Products Brasil localizada no município de Cabo de Santo Agostinho/PE) e o óleo de soja pós fritura (disponibilizado pelo comércio informal da região).

### 2.3 Inóculo

Para preparo do inóculo, *Cunninghamella elegans* foi crescida em meio ágar

sabouraud (peptona 10 g.L<sup>-1</sup>, dextrose 40 g.L<sup>-1</sup>, ágar 18 g.L<sup>-1</sup>). Em seguida, os esporos foram transferidos para a água estéril até a obtenção de 10<sup>7</sup> esporos/mL. Posteriormente, 5% da solução esporíca foi inoculada no meio de produção do biossurfactante.

## 2.4 Produção do biossurfactante

A produção do biossurfactante foi investigada no meio de produção formulado com resíduo de macarrão instantâneo (2%), óleo pós fritura (0,5%) e milhocina (2%) de acordo com Andrade et al (2018). Os frascos de Erlenmeyer contendo o meio de produção e suspensão esporíca foram mantidos em agitação orbital 150 rpm, pelo período de 96 horas, à temperatura de 28°C. Após o cultivo, foi realizada a filtração (membrana de nylon silkscreen 120F) com a finalidade de separar o líquido metabólico da biomassa.

## 2.5 Determinação da tensão superficial (TS)

A tensão superficial foi medida no líquido metabólico utilizando tensiômetro automático (modelo Sigma 70-KSV Ltd., Finland) e força registrada pelo utilizando anel de DU NUOY de acordo com a metodologia de Kuykina et al., (2001).

## 2.6 Determinação do índice de emulsificação (IE<sub>24</sub> %)

Para identificação do biossurfactante em formar emulsões estáveis foi determinado o Índice de Emulsificação com leitura após 24h seguindo a metodologia de Cooper e Goldenberg (1986). Como substrato hidrofóbico foi utilizado óleo de motor queimado (OMQ) e Óleo de Motor (OM) na proporção 1:1. O cálculo do índice de emulsificação foi realizado de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Altura da emulsão (AE) / Altura total (AT) x 100} \quad (\text{Eq. 1})$$

## 2.7 Estabilidade do biossurfactante avaliada pela tensão superficial

A estabilidade do biossurfactante foi avaliada de acordo com a determinação da tensão superficial do líquido metabólico submetido a diferentes pHs (2,4,6,8,10 e 12), diferentes concentrações de NaCl (2%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14%, 16%, 18% e 20%) e diferentes temperaturas (0°C, 5°C, 70°C, 100°C e 120°C), por 10 minutos. Em seguida, as amostras foram lidas em tensiômetro automático (modelo Sigma 70-KSV Ltd., Finland) de acordo com a metodologia de Kuykina et al., (2001).

# 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 3.1 Produção de biossurfactante por *Cunninghamella elegans* utilizando resíduos industriais

No sentido de agregar valor aos resíduos industriais e minimizar os impactos ambientais causados ao meio ambiente, foi investigada a produção de biossurfactante por

*Cunninghamella elegans* utilizando como meio de cultivo resíduos de origem alimentícia. Neste contexto, *C. elegans* demonstrou ser micro-organismo com potencial promissor para produzir biossurfactante em meio alternativo constituído por resíduos industriais (resíduo de macarrão instantâneo 2%, milhocina 2% e óleo de soja pós fritura 0,5%) reduzindo a tensão superficial de 72 mN/m para 33,6 mN/m.

A Tabela 1 mostra a eficiência do biossurfactante de *C. elegans* na redução da tensão superficial comparado a surfactante químico e outros biossurfactantes produzidos por fungos. De acordo com os resultados, o biossurfactante produzido a partir do presente estudo demonstra propriedades tensoativas semelhantes a dos surfactantes químicos, com o diferencial de ser uma biomolécula natural que não causa danos severos aos seres humanos e ao meio ambiente.

Natureza do Biossurfactante	Resíduo	Microorganismo	Tensão superficial (mN/m)	Referências
Biológico	Resíduo de macarrão instantâneo, óleo pós fritura e Milhocina	<i>C. elegans</i>	33,6	Neste estudo
Surfactante Sintético	Químico	Dodecil sulfato de sódio-SDS	37.0	Christoli and ivshina (2002)
Biológico	Casca de jatobá e milhocina	<i>Mucor circinelloides</i>	34,00	Santiago et al. (2021)
Biológico	óleo de soja	<i>Pleurotus ostreatus</i>	40,7	Alves et al. (2017)
Biológico	Resíduo de soja	<i>C.echinulata</i>	36.0	Andrade Silva et al. (2014)

Tabela 1- Resultado da produção de biossurfactante por *Cunninghamella elegans* em comparação com a literatura.

### 3.2 Potencial do biossurfactante como agente emulsificante

Os biossurfactantes apresentam capacidade de formar emulsões estáveis (NITSCHKE e PASTORE 2002). Neste contexto, após 24 horas observou-se que o biossurfactante de *C. elegans* foi capaz de formar emulsões com excelente índice de emulsificação IE24 (96,42%) utilizando como substrato hidrofóbico o óleo motor e significativo resultado foi obtido usando o óleo queimado de motor (69,23%).

Os resultados obtidos demonstram que o biossurfactante produzido por *C. elegans*, em meio alternativo constituído por resíduos, apresenta significativas propriedades emulsificantes, uma vez que Willumsen e Karlson (1997) consideram valores significativos acima de 50% de emulsificação. A partir dos resultados obtidos é possível comprovar que o emprego da biotecnologia aliada ao uso do fungo *C. elegans* permitiu a conversão de



resíduos industriais para obtenção de biossurfactante como um bioproduto de alto valor agregado para indústrias.

### 3.3 Estabilidade da tensão superficial após exposição do biossurfactante de *C. elegans* a condições extremas

Um dos fatores que contribui para que os biossurfactante se tornem competitivos com os surfactantes químicos é que estes compostos apresentem estabilidade e manutenção de suas propriedades em condições extremas de temperatura, pH e salinidade. A estabilidade frente a essas condições direciona seu potencial de aplicação industrial (BARROS et al., 2008). Neste contexto, no presente trabalho foi avaliado no líquido metabólico a estabilidade do biossurfactante produzido por *C. elegans* após exposição a diferentes pHs, concentrações de NaCl e temperaturas. A medição da estabilidade foi avaliada pela tensão superficial.

O biossurfactante de *C. elegans* mostrou estabilidade iônica em todas as concentrações testadas (tensão superficial na faixa entre 34-36mN/m) obtendo máxima concentração de 20% de NaCl (Figura 1A). Em relação à influência do pH sobre a tensão superficial do líquido metabólico contendo o biossurfactante (Figura 1B), observou-se que o biossurfactante manteve estável o valor da tensão superficial (tensão superficial na faixa entre 33- 38mN/m) em pH ácido, neutro e alcalino. A ocorrência de valores estáveis de tensão superficial também foi observado em todas as faixas de temperaturas testadas (tensão superficial na faixa 34-38mN/m)(Figura 1). A partir dos resultados obtidos é possível identificar que independente da alteração do pH, temperatura e concentração de NaCl utilizada, o biossurfactante permaneceu eficiente na redução da tensão superficial, o que indica seu potencial de aplicação em diferentes setores industriais.

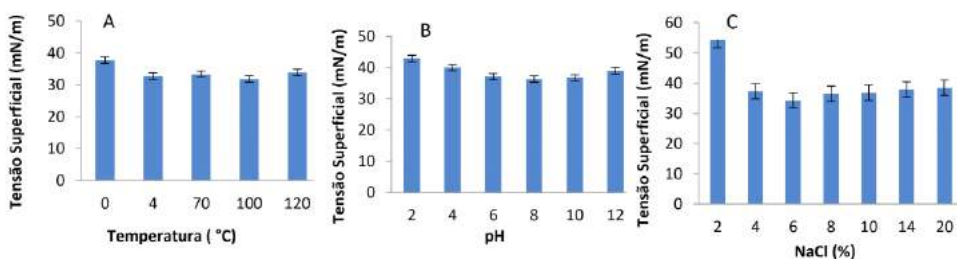


Figura 1- Estabilidade do biossurfactante de *C. elegans* avaliado pela tensão superficial: (A) diferentes temperaturas, (B) diferentes pH e (C) diferentes concentrações de NaCl

## 4 | CONCLUSÃO

O biossurfactante produzido por *Cunninghamella elegans* em meio alternativo contendo resíduos industriais foi efetivo na redução da tensão superficial, na formação de emulsões estáveis e foi estável após exposição térmica, iônica e as mudanças no pH.

Portanto, o referido biossurfactante possui propriedades superiores à dos surfactantes químicos, atende aos padrões da sustentabilidade e possui potencial de uso como matéria-prima de diversos produtos industriais.

## REFERÊNCIAS

ALI FERDAUSI, DAS SHARUP, HOSSAIN TANIM JABID, CHOWDHURY SUMAIYA ISLAM, ZEDNY SUBRINA AKTER, DAS TUHIN, AHMED CHOWDHURY MOHAMMAD NAZMUL E UDDIN MOHAMMAD SERAJ 2021 **otimização da produção, estabilidade e potencial de emulsificação de óleo de biossurfactantes de bactérias selecionadas isoladas de locais contaminados com óleo r. soc. abrir sci. 8 211003 211003** disponível em: <http://doi.org/10.1098/rsos.211003>

ANDRADE, R. F. S.; RODRIGUEZ, D. M.; RIBEIRO, D. L.; LIMA, R.A.; ARAÚJO, H.W.C.; PESSOA, A.; TAKAKI, G.M.C. **Production of surface active agent and biodegradation fuel by acclimated *Rhodotorula glutinis* UCP/WFCC 1555 on diesel oil.** In: A. Méndez-Vilas. (Org.). “Industrial, medical and environmental applications of microorganisms: current status and trends”. 14ed.:WageningenAcademicPublishers, 2014, p. 205-210, 2014

Barros, Francisco Fábio Cavalcante, Quadros, Cedenir Pereira de e Pastore, Gláucia Maria **Propriedades emulsificantes e estabilidade do biossurfactante produzido por *Bacillus subtilis* em manipueira.** *Food Science and Technology* [online]. 2008, v. 28, n. 4 [Acessado 2 Dezembro 2021], pp. 979-985. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000400034>>.

Barros, F. F. C; Quadros, C. P; Pastore, G. M. **Propriedades emulsificantes e estabilidade do biossurfactante produzido por *Bacillus subtilis* em manipueira.** *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 28(4): 979-985,

BANAT, I. M.; CARBOUÉ, Q.; SAUCEDO-CASTANEDA, G.; CÁZARES-MARINERO, J.J. **Biosurfactants: The green generation of speciality chemicals and potential production using Solid-State fermentation (SSF) technology.** *Bioresource Technology*, v. 320, n. October 2020, 2021.

DAS A.J. , AMBUST S. , SINGH T. , KUMAR R. **Tratamentos de projeto assistido por biossurfactante para remediação de solo contaminado com petróleo e estudo interativo baseado em metabolômica com *Brassica nigra* L.** *Environ. Chall.* , v. 4 ( 2021 ) , pp. 01-04.

GAUR V.K. , TRIPATHI V. , GUPTA P. , DHIMAN N. , REGAR R.K. , GAUTAM K. , SRIVASTAVA J.K. , PATNAIK S. , PATEL D.K. , MANICKAM N. **rhamnolipids e *planococcus spp.* e seu mecanismo de ação contra bactérias patogênicas.** *bioresour. technol.* , v 307 ( 2020 ) , 10.1016 / j.biortech.2020.123206

GROSSO-BECERRA M.-V., GONZÁLEZ-VALDEZ A., GRANADOS-MARTÍNEZ M. MORALES E. , SERVÍN-GONZÁLEZ L. , MÉNDEZ J.-L. , DELGADO G. , MORALE SPINOSA R. , PONCE-SOTO G.-Y., COCOTL-YAÑEZ M. ***pseudomonas aeruginosa* atcc 9027 é uma cepa não virulenta adequada para a produção de mono-ramnolipídios** *appl. microbiol. biotechnol.* , 100 ( 2016 ) , pp. 9995 – 10004

HMIDET N. , JEMIL N. , NASRI M. **produção simultânea de amilase alcalina e biossurfactante por *bacillus methylotrophicus* dcs1: aplicação como aditivo de detergente biodegradação** , 30 (2019) , pp. 247 – 258

KUYUKINA, M.S.; Ivshina I.B.; Philp J.C.; Christofi N.; Dunbar S.A.; Ritchkova, M.I. **Recovery of Rhodococcus biosurfactants using methyl tertiary-butyl ether extraction.** *Journal of Microbiol Methods*. Vol 46, 109-120. Holanda 2001.

NITSCHKE, MARCIA E PASTORE, GLÁUCIA MARIA **Biossurfactantes: propriedades e aplicações.** *Química Nova* (2002), v. 25, n. 5 [Acessado 2 Dezembro 2021], pp. 772-776. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000500013>>. Epub 13 Nov 2002. ISSN 1678-7064. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000500013>.

SARUBBO, LEONIE & LUNA, JULIANA & CAMPOS-TAKAKI, GALBA. (2006). **Production and stability studies of the bioemulsifier obtained from a new strain of Candida glabrata UCP 1002.** *Electronic Journal of Biotechnology*. 9. 10.4067/S0717-34582006000400008.

SANTIAGO, M. G.; LINS, U. M. B. L.; TAKAKI, G. M. C.; FILHO, L. O. C.; ANDRADE, R. F. S. **Produção de biossurfactante por Mucor circinelloides UCP 0005 usando novo meio de cultura formulado com cascas de jatobá (Hymenaea courbaril L.) e milhocina.** *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.5, p. 51292-51304 may. 2021 Willumsen, P. A. e Karlson, U. 1997. **Screening of bacteria, isolated from PAH contaminated soils, for production of biosurfactant and bioemulsifiers.** *Biodegradation*, 7: 415 – 423.

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

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

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

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

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

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

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

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