

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

2

Daniela Reis Joaquim de Freitas
(Organizadora)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

2

Daniela Reis Joaquim de Freitas
(Organizadora)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 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 Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
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 Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
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
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federac 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 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 Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Microbiologia: clínica, ambiental e alimentos 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizadora: Daniela Reis Joaquim de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M626 Microbiologia: clínica, ambiental e alimentos 2 /
Organizadora Daniela Reis Joaquim de Freitas. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-446-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.464210109>

1. Microbiologia. 2. Clínica. 3. Ambiental. 4. Alimentos.
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

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

O livro “Microbiologia: Clínica, Ambiental e Alimentos 2” é uma obra composta por trabalhos científicos na forma de artigos originais e de revisão, todos relacionados ao cultivo e triagem de micro-organismos.

A Microbiologia é uma área bastante ampla, com interface não só com as Ciências Biológicas, mas também com a área de Saúde, como Medicina, Enfermagem, Medicina comunitária, Nutrição, Farmacologia, Imunologia, Saúde coletiva, Farmácia e áreas correlatas. Ao longo destes 14 capítulos serão discutidos avanços da ciência e serão revistos conceitos importantes dentro da Microbiologia básica e clínica, Bacteriologia, Micologia, Parasitologia, Virologia, além de propor a discussão destes temas de forma atualizada e dinâmica. Este livro será, portanto, muito importante para auxiliar estudantes e profissionais no reconhecimento e caracterização de micro-organismos, na prevenção e no combate a doenças causadas pelos mesmos ou ainda para sua utilização industrial, comercial, medicinal e nutricional.

Esta obra, bem como todas as publicações da Atena Editora, passou pela avaliação de um Comitê de pesquisadores com mestrado e doutorado em programas de pós-graduação renomados no Brasil. Assim, apresentamos ao leitor um trabalho de excelente qualidade, atualizado e devidamente avaliado por pares.

Esperamos que gostem da leitura.

Daniela Reis Joaquim de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

FORMAÇÃO DE BIOFILME POR BACTÉRIAS


Marly Marques Rego Neta
Inara Viviane de Oliveira Sena
Antonio Rosa de Sousa Neto
Josie Haydée Lima Ferreira
Daniela Reis Joaquim de Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101091>

CAPÍTULO 2..... 14

AValiação DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇOS RESIDENCIAIS NO ENTORNO DO CEMITÉRIO SANTO ANTÔNIO, NA CIDADE DE PORTO VELHO-RO/BRASIL

Deizieny Aires da Silva Almeida
Iasmin Pinheiro de Sousa
Taciára Letícia Oliveira Mendes
Helen Queite Guterres Barros Gazola
Adriele Maiara Carneiro Muniz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101092>

CAPÍTULO 3..... 20

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA FARINHA DE MANDIOCA (*Manihot esculenta*, Crantz) DO TIPO UARINI, COMERCIALIZADA NA FEIRA DA MANAUS MODERNA NA CIDADE DE MANAUS-AM

Hualef Sérgio da Silva Pereira
Raynara Inácio de Araújo
Williene Coelho da Silva
Uziel Ferreira Suwa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101093>

CAPÍTULO 4..... 28

ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DE *Sporothrix brasiliensis*: AGENTE DE ESPOROTRICOSE DE TRANSMISSÃO ZONÓTICA

Fernanda de Andrade Galliano Daros Bastos
Renata Botti Okar
Louise Tamirys Camargo
Regielly Caroline Raimundo Cognialli
Flavio de Queiroz-Telles


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101094>

CAPÍTULO 5..... 38

***Acinetobacter baumannii*: INFECÇÕES ASSOCIADAS, RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA, TRATAMENTO, PREVENÇÃO E CONTROLE**

Ivina Meneses dos Santos e Silva
Júlia Rodrigues Holanda


Rebeca dos Santos Miranda de Oliveira
Antonio Rosa de Sousa Neto
Inara Viviane de Oliveira Sena
Rosângela Nunes Almeida
Kelly Myriam Jimenez de Aliaga
Daniela Reis Joaquim de Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101095>

CAPÍTULO 6..... 49

BACTÉRIAS FIXADORAS DE NITROGÊNIO EM LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS TROPICAIS: PROCESSO DE ISOLAMENTO EM NÓDULOS RADICULARES

Mayan Blanc Amaral
Edevaldo de Castro Monteiro
Tamiris dos Santos Lopes
Thiago Neves Teixeira
Bruno José Rodrigues Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101096>

CAPÍTULO 7..... 55

CAPSAICINA COMO UMA MOLÉCULA BIOATIVA PROMISSORA CONTRA MICRO-ORGANISMOS DE IMPORTÂNCIA MÉDICA E AGRÍCOLA: UMA REVISÃO DE LITERATURA


Maria Gabriela Ferreira
Meliza Arantes de Souza Bessa
Ralciane de Paula Menezes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101097>

CAPÍTULO 8..... 69

HIDRÓLISE DO AMIDO DE MILHO: LIBERAÇÃO DE AÇÚCARES FERMENTECÍVEIS PARA FABRICAÇÃO DE ETANOL

Paulo Henrique Silva Lopes
Adeline Cristina Pereira Rocha
David Lee Nelson
Vivian Machado Benassi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101098>

CAPÍTULO 9..... 81

ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DOS PARÂMETROS LABORATORIAIS E CLÍNICOS DE PACIENTE COM SEPSE EM HOSPITAL PRIVADO DE MINAS GERAIS

Mariana de Souza Carvalho
Isadora Moreira Costa do Nascimento Nogueira


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4642101099>

CAPÍTULO 10..... 91

BIOPROSPECÇÃO DE BACTÉRIAS ISOLADAS NO MANGUEZAL DO LITORAL DO PARANÁ: ESTUDO PRELIMINAR

Cláudia Cristina da Conceição Munhoz


Matheus Sampaio de Araujo
Juciane Modesto dos Santos
Caroline Alves Cordeiro
Camila Souza Almeida dos Santos
Kassiely Zamarchi
Nigella Mendes de Paula
Gabriela Xavier Schneider
Alessandra Tenório Costa
Danyelle Stringari
Josiane Aparecida Gomes-Figueiredo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010910>

CAPÍTULO 11..... 106

IDENTIFICAÇÃO DE ENTEROBACTÉRIAS PRESENTES NO CÓRREGO ALVARENGA DO COMPARTIMENTO DO BRAÇO DO ALVARENGA DO RESERVATÓRIO BILLINGS, NO MUNICÍPIO DE SÃO BERNARDO DO CAMPO – SÃO PAULO

Vitoriana Barbosa Veiga Reis
Marta Ângela Marcondes
Mônica Teixeira Andrade Leal
André Contri Dionizio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010911>

CAPÍTULO 12..... 116

PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DA BIODIGESTÃO ANAERÓBICA


Daniela Cristina Souza Oliveira
Ludimila Rodrigues Dayrell
Marcus Henrique Canuto
David Lee Nelson
Arlete Barbosa dos Reis
Vivian Machado Benassi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010912>

CAPÍTULO 13..... 129

RELATO DE INFESTAÇÃO POR PIOLHOS *Gliricola porcelli* EM PORQUINHO-DA-ÍNDIA (*Cavia porcellus*) EM RONDÔNIA, BRASIL

Ketly Lorrainy Rodrigues de Oliveira Lima
Renato da Silva
Kétury Silva dos Passos
Jussania Barbosa Oliveira
Rafael M. Godoi
Mayra Araguaia Pereira Figueiredo


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010913>

CAPÍTULO 14..... 134

INVESTIGAÇÃO DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO DE BACTÉRIAS ENDOFÍTICAS ASSOCIADAS AO BARBATIMÃO (*STRYPHNOENDRON* SP.) NATIVO DO CERRADO

Lavínia Cipriano

Gabriela Moraes Silva
Cristina Paiva de Sousa
Felipe de Paula Nogueira Cruz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.46421010914>

| | |
|----------------------------------|------------|
| SOBRE A ORGANIZADORA..... | 147 |
| ÍNDICE REMISSIVO..... | 148 |

CAPÍTULO 10

BIOPROSPECÇÃO DE BACTÉRIAS ISOLADAS NO MANGUEZAL DO LITORAL DO PARANÁ: ESTUDO PRELIMINAR

Data de aceite: 01/09/2021

Cláudia Cristina da Conceição Munhoz

Laboratório de Genética Molecular e de Microbiologia. - LAGEM UNESPAR/*Campus* de Paranaguá
<http://lattes.cnpq.br/1219710918673489>

Matheus Sampaio de Araujo

Laboratório de Genética Molecular e de Microbiologia. - LAGEM UNESPAR/*Campus* de Paranaguá
<http://lattes.cnpq.br/7499217994040878>

Juciane Modesto dos Santos

Laboratório de Genética Molecular e de Microbiologia. - LAGEM UNESPAR/*Campus* de Paranaguá
<http://lattes.cnpq.br/4706635899196272>

Caroline Alves Cordeiro

Laboratório de Genética Molecular e de Microbiologia. - LAGEM UNESPAR/*Campus* de Paranaguá
<http://lattes.cnpq.br/9715424923474294>

Camila Souza Almeida dos Santos

Laboratório de Biotecnologia. Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental. UTFPR/*Campus* de Curitiba
<http://lattes.cnpq.br/6886353427655648>

Kassiely Zamarchi

Laboratórios técnicos – bloco 4. UTFPR/*Campus* Umuarama
<http://lattes.cnpq.br/4644978252569278>

Nigella Mendes de Paula

Departamento de Bioquímica. UFPR/*Campus* Centro Politécnico
<http://lattes.cnpq.br/3375833578817198>

Gabriela Xavier Schneider

Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, Parasitologia e Patologia na Universidade Federal do Paraná
<http://lattes.cnpq.br/1911503557488733>

Alessandra Tenório Costa

Laboratório de Genética Molecular e de Microbiologia. - LAGEM UNESPAR/*Campus* de Paranaguá
<http://lattes.cnpq.br/2230974314029794>

Danyelle Stringari

Laboratório de Genética Molecular e de Microbiologia. - LAGEM UNESPAR/*Campus* de Paranaguá
Programa de Pós-Graduação em Ambientes Litorâneos e Insulares UNESPAR/*Campus* de Paranaguá
<http://lattes.cnpq.br/6235127981805861>

Josiane Aparecida Gomes-Figueiredo

Laboratório de Genética Molecular e de Microbiologia. - LAGEM UNESPAR/*Campus* de Paranaguá
Programa de Pós-Graduação em Ambientes Litorâneos e Insulares UNESPAR/*Campus* de Paranaguá
<http://lattes.cnpq.br/4316737388104674>

RESUMO: A bioprospecção de bactérias caracteriza-se por ser promissora para a produção de metabólitos biotecnologicamente importantes, como destaque para as áreas de saúde, e para a biorremediação de poluição terrestre e aquática. Assim, 120 microrganismos isolados do manguezal com Complexo Estuarino

de Paranaguá foram avaliados quanto a capacidade degradativa de hidrocarbonetos por teste com indicadores como redox 2,6- diclorofenol indofenol (DCPIP) e redox 2,3,5-cloreto de trifeniltetrazólio (TTC), bem como para a produção de biossurfactantes. Os microrganismos estudados apresentaram atividade positiva para DCPIP (72,73% gram positivos e 27,27% negativos), blue ágar plate (29 isolados), colapso da gota (P189, P271, P3108, P3115 e P96 com atividade catiônica e A58 com aniônica), índice de emulsão (10) e escorrimento da gota (P100, P143, P278, P3 146, P3 347 e P350). A partir deste estudo foi possível evidenciar a importância da bioprospecção em bactérias isoladas de manguezais por apresentarem capacidade para produzir biossurfactantes e potencial para serem utilizados na biorremediação de locais contaminados com hidrocarbonetos de petróleo ou petroderivados.

PALAVRAS-CHAVE: Biossurfactante. Ramnolipídeos. Petróleo.

1 | INTRODUÇÃO

A bioprospecção busca encontrar microrganismos com atividade promissora na produção de metabólitos biotecnologicamente importantes nas áreas da saúde e ambiental (MA *et al.*, 2015). Sendo os microrganismos nativos fortes candidatos para a bioprospecção pois, em seus habitats de origem produzem compostos com diferentes atividades biológicas em resposta a estresses bióticos e abióticos, competição por recursos, variações nas condições físico-químicas de seus ecossistemas (OVERMANN *et al.*, 2017; SARAVANAN, RADHAKRISHAN, BALAGURUNTHAN, 2015).

Os manguezais são ambientes extremamente ricos, com grande importância para processos biológicos e para a manutenção do equilíbrio de ecossistemas (TIRALERDPANICH *et al.*, 2018; GIRI *et al.*, 2011). Entretanto, são ecossistemas que vêm sofrendo ao longo dos anos com a poluição, com as atividades antrópicas do seu entorno e o acúmulo de hidrocarbonetos de petróleo que resultam em contaminações ameaçando a biodiversidade (SANTOS *et al.*, 2011).

A contaminação do solo e de regiões costeiras pelos hidrocarbonetos de petróleo tem afetado diversos ambientes que abrigam uma vasta variedade de organismos (JÚNIOR *et al.*, 2014). Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) apresentam propriedades tóxicas, cancerígenas, teratogênicas, mutagênicas e de toxicidade persistente (BALACHANDRAN *et al.*, 2012). Em contrapartida, os hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos conhecidos como BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno) apresentam alta toxicidade mesmo em baixas concentrações e alto nível de solubilidade em água, os tornando poluentes com grande potencial para poluir o lençol freático (TRUSKEWYCZ *et al.*, 2019). Estes compostos podem acarretar o desenvolvimento de problemas de saúde, podendo variar desde irritação nos olhos, mucosas e pele, passando por enfraquecimento do sistema nervoso central, depressão da medula óssea, com propriedades mutagênicas e carcinogênicas (TRUSKEWYCZ *et al.*, 2019).

O tratamento de solos contaminados por petróleo e seus derivados pode ocorrer pela remediação química, física ou biorremediação (CHANDRA *et al.*, 2013). Entre tanto,

os processos convencionais baseados em métodos químico-físico apresentam alto custo para serem implantados em grande escala, eficiência limitada e muitas vezes resultam em outro tipo de poluição (VARJANI, 2017). Na biorremediação os microrganismos mitigam, degradam ou reduzem os poluentes orgânicos perigosos sem afetar adversamente o meio ambiente sendo a biodegradação um dos principais mecanismos (SINGH *et al.*, 2010).

Os biossurfactantes produzidos por microrganismos como metabólitos bioativos secundários podem apresentar grande potencial biotecnológico pois podem ser utilizados na despoluição de oceanos e praias em virtude de derramamento de óleo e na remediação do solo ou dos poluentes ambientais advindos de produtos de refinaria (querosene, gasolina, óleo diesel, benzeno, tolueno), pesticidas e metais pesados como o cádmio (SHARMA *et al.*, 2019).

Dentre os microrganismos empregados para processos de biorremediação, destacam-se as bactérias pois as mesmas dispõem grande potencial industrial devido aos seus benefícios no crescimento bacteriano e fácil manipulação dos parâmetros de crescimento em experimentos laboratoriais (MORAIS *et al.*, 2012). As bactérias podem ser utilizadas tanto na produção de biossurfactantes (MÉNDEZ *et al.*, 2017) como depuradores de poluentes de hidrocarbonetos (MA *et al.*, 2015) destacando-se os gêneros *Bacillus*, *Arthrobacter*, *Halononas*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Proteus* entre outros.

Este estudo teve como objetivo a bioprospecção de bactérias isoladas de manguezais do litoral do Paraná quanto a capacidade degradativa de hidrocarbonetos por teste com indicadores redox 2,6-diclorofenol indofenol (DCPIP) e redox 2,3,5-cloreto de trifeniltetrazólio (TTC) além da triagem para a produção de biossurfactantes.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Microrganismos

A bioprospecção das bactérias seguiu etapas distintas representadas na figura 1. As 120 colônias de bactérias utilizadas foram isoladas de manguezais do litoral do Paraná e pertencem à Coleção de Cultura do Laboratório de Genética Molecular e Microbiologia (LAGEM) da UNESPAR - *Campus* de Paranaguá. O processo de purificação dos isolados foi realizado por meio da técnica de esgotamento por estrias em placas de Petri contendo meio Ágar nutriente e posterior observação microscópica por meio da coloração de Gram a fim de separá-las em grandes grupos. Os ensaios foram randomizados sob a condição cega (*blinded*) realizados em triplicata para avaliação visual na mudança de coloração de cada placa nos intervalos de 24 e 48 horas.

Para a determinação da capacidade de degradação de petróleo e derivados foram utilizadas microplacas de 96 cavidades. A fonte de carbono utilizada no experimento foi petróleo bruto cedido pela Petrobrás (BR). Cujas composição apresentava 26% Petróleo

Nigeriano, 21% Petróleo do Pré-Sal e 53% Petróleo da Bacia de Campos. Para a realização dos testes de DCPIP e TCC foram utilizadas 110 colônias bacterianas.

Uma vez realizado o *screening* para o potencial de degradação e capacidade de produção de biossurfactantes, os microrganismos bacterianos que apresentarem potencial foram selecionados para a realização de testes bioquímicos seguindo a chave de identificação descrita por Carter (1994), Barrow e Feltham (1993) e Holt e Bergey (1994), adaptada.

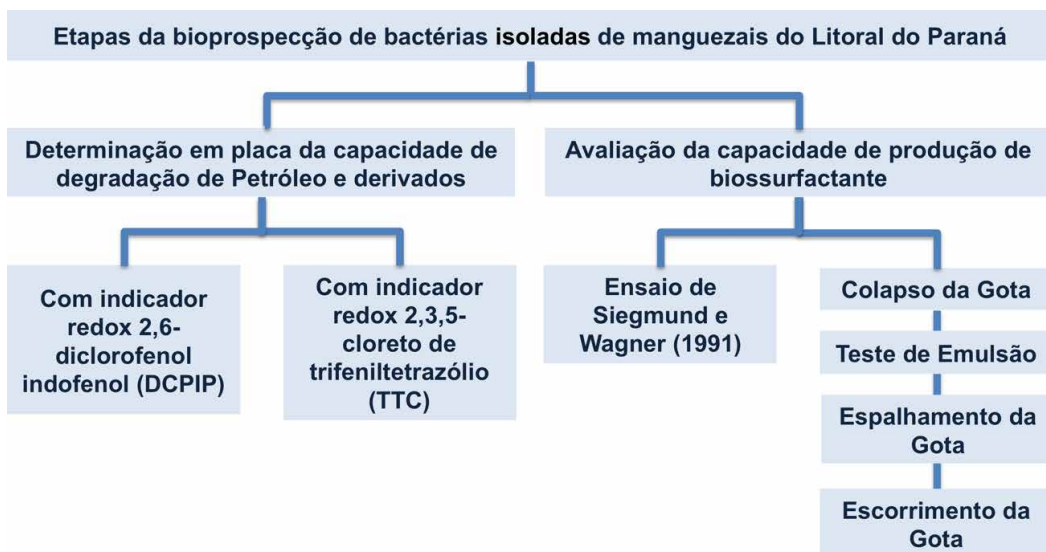


Figura 1: Etapas de bioprospecção de bactérias

2.2 Determinação em placa da capacidade de degradação de hidrocarbonetos de petróleo

a) Indicador Redox 2,6-diclorofenol indofenol (DCPIP)

O teste foi realizado com usando meio mineral num volume reacional final de 200 μL (adaptado de HANSON *et al.*, 1993; BIDOIA *et al.*, 2010). Nos poços de 1 a 8, como substrato, foi adicionado 10 μL petróleo e nos poços de 9 a 12 foram adicionados 10 μL da solução de glicose. Em seguida foram adicionados 20 μL de meio contendo os microrganismos, com exceção dos poços 1, 5 e 9, usados como controle. Posteriormente, foi adicionado 12 μL de DCPIP em todos os poços. A placa foi recoberta com papel alumínio para evitar a foto-oxidação do indicador, em seguida submetidas à agitação de 120 rpm, a 32 °C, durante 72h.

b) Indicador redox 2,3,5-cloreto de trifeniltetrazólio (TTC)

A avaliação foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Braddock e Catteral (1999) para os isolados que apresentaram resultados positivos no teste com indicador DCPIP. Em cada poço da placa foram adicionados 150 μL de meio mineral (adaptado de HANSON *et al.*, 1993; BIDOIA *et al.*, 2010) acrescido de 20% de TTC. Foi adicionado petróleo a 5% (poços 1 a 4), 10 % (poços 5 a 8), e 15% (poços 9 a 12), respectivamente. Uma alíquota de 50 μL com suspensão bacteriana ($1,5 \times 10^8$ UFC.mL⁻¹) foi adicionada em cada poço, exceto em 1, 5 e 9, que foram utilizados como controle. As placas foram cobertas para evitar a foto-oxidação do indicador e resultados falso positivos e submetidas a agitação contínua a 120 rpm, a 32 °C para avaliação visual na mudança de coloração de cada amostra nos intervalos de 24, 48 e 72 horas.

2.3 Avaliação da capacidade de produção de biossurfactante:

A triagem foi avaliada qualitativamente usando diferentes métodos, nomeadamente: a) teste blue ágar Plate (SIEGMUND E WAGNER, 1991); b) Colapso da Gota (BORDOUR E MILLER-MAIR, 1998); c) Índice de Emulsão (FRANCY *et al.*, 1991); d) Espalhamento da Gota (MORKAWA *et al.*, 2000) e e) Escorrimento da Gota (PEERSON e MOLIN 1987).

3 | RESULTADOS

3.1 Determinação em placa da capacidade de degradação de hidrocarbonetos de petróleo

Entre os 110 isolados testados na triagem primária utilizando DCPIP, destes 33 aprontaram um maior destaque com resultados positivos indicando potencial para degradação, destes 72,73% foram identificados como gram positivos e 27,27% como negativos. Os 33 isolados que obtiveram resultado positivo com relação ao teste do DCPIP foram testados com TTC, devido ao fato de apresentarem maior probabilidade de serem promissores. Entre tanto, apresentaram resultados negativos para o teste do TTC.

3.2 Avaliação da capacidade de produção de biossurfactante:

a) Blue ágar plate

No teste 29 isolados indicam a atividade positiva de produção de biossurfactante aniônico mediante observação da presença da formação do halo azul escuro ao redor da colônia, destes 62,07% são gram positivos e os demais (37,93%) gram negativos, respectivamente. Os isolados P100, P180, P194, P205, P256, P278, P3102 e P91 apresentaram resultados positivos também para o teste DCPIP.

b) Colapso da Gota

As soluções com meio de cultura com crescimento bacteriano (solução A) e o sobrenadante (solução B) quando colocados nas superfícies sólidas revestida de óleo mineral e óleo diesel formaram gotas que se espalham ou mesmo colapsaram porque a força ou tensão interfacial entre a gota de líquido e a superfície hidrofóbica é reduzida, indicando a presença de surfactante (Tabela 1). Foram obtidos resultados com forte atividade catiônica e aniônica, destacando-se os isolados P189, P271, P3 108, P3 115 e P96 com atividade catiônica e A58 com aniônica para todos os testes de colapso da gota em ambas as soluções. Além destes terem apresentado positivo também para o teste ágar blue.

| Atividade | CTAB | | | | SDS | | | |
|-----------|--------------|-------|-------------|-------|--------------|-------|-------------|-------|
| | Óleo Mineral | | Óleo Diesel | | Óleo Mineral | | Óleo Diesel | |
| | Sol A | Sol B | Sol A | Sol B | Sol A | Sol B | Sol A | Sol B |
| Nenhuma | 65,00 | 52,50 | 0,00 | 0,00 | 68,33 | 67,50 | 1,67 | 0,00 |
| Fraca | 5,83 | 13,33 | 0,00 | 0,00 | 4,17 | 12,50 | 1,67 | 2,50 |
| Moderada | 3,33 | 2,50 | 0,00 | 2,50 | 3,33 | 3,33 | 0,00 | 1,67 |
| Forte | 21,67 | 27,50 | 100,00 | 97,50 | 20,00 | 10,00 | 96,67 | 95,83 |
| NA | 4,17 | 4,17 | 0,00 | 0,00 | 4,17 | 6,67 | 0,00 | 0,00 |

OBS: Resultados expressos em %. NA. Não avaliados

Tabela 1: Avaliação do colapso da gota para atividade surfactante catiônico e aniônica.

d) Índice de Emulsão (IE)

A emulsificação em querosene de cada cepa não foi igual para todos os isolados bacterianos. Dos 120 avaliados, apenas 10 destacaram-se com atividade superior a 50% determinado após 24 horas. Com tudo, foi possível averiguar que 6 apresentaram estabilidade de emulsão após 72 horas (Figura 2). O isolado P278, apesar de apresentar índice de emulsão de 50% mantivesse estável depois de 72 horas e apresentou também atividade forte no teste do blue ágar plate.

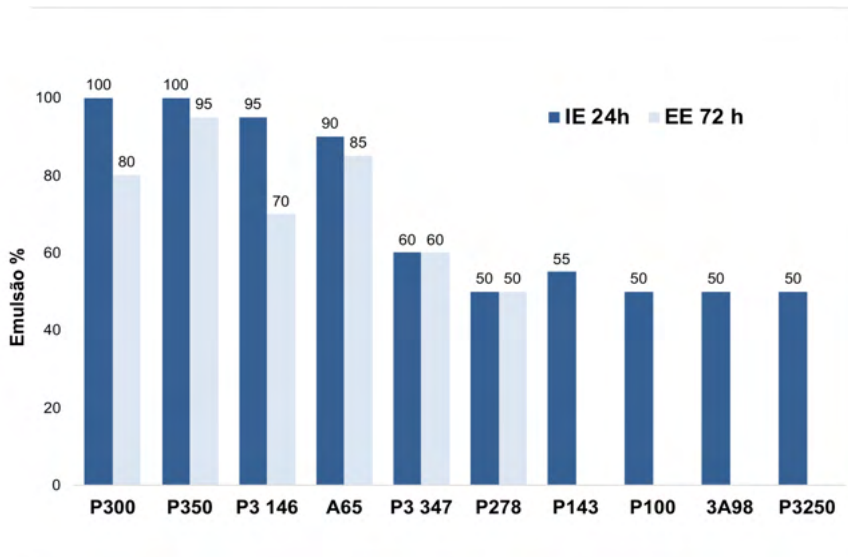


Figura 2: Índice de Emulsão (IE24) e Estabilidade da Emulsão (EE72).

e) Espalhamento e escorrimento da Gota

Os isolados que apresentaram índice de emulsão superior a 50% foram avaliados pelo teste de espalhamento da gota. Entretanto em nenhum deles foi possível observar a abertura halo após 60 segundos. Quando comparado ao controle positivo (Tween 80) o halo foi aberto após 40 segundos. Em contra partida, no teste do escorrimento da gota em lâmina de vidro os isolados P100, P143, P278, P3 146, P3 347 e P350 apresentaram resultados positivos.

4 | DISCUSSÃO

A biodegradação é um procedimento que utiliza microrganismos a fim de degradar a matéria contaminada, a transformando em compostos que possuem baixo peso molecular e de baixa periculosidade, tornando-se uma das melhores soluções para redução da poluição ambiental que é causada por grande parte vinda de recursos de hidrocarbonetos de petróleo (SINGH *et al.*, 2010).

A utilização do indicador DCPIP pode detectar com sensibilidade e de forma qualitativa, a oxidação primária de hidrocarbonetos, sendo considerada uma técnica adequada para investigar isolados com potencial degradação de petróleo (SELVAKUMAR *et al.*, 2014). Com a incorporação de um aceptor de elétrons como o DCPIP é possível determinar se o microrganismo utiliza o hidrocarboneto como substrato observando a mudança da cor azulada deste indicador, no estado oxidado, para incolor, seu estado reduzido (INIOBONG *et al.*, 2018; BALOGUN *et al.*, 2015; BIDOIA *et al.*, 2010).

Bacillus subtilis, *Serratia odorifera*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Micrococcus agilis*, *Flavobacterium aquatile* e *Micrococcus luteus* foram avaliadas como eficientes na hidrocarbonetos de petróleo utilizando o teste colorimétrico do DCPIP (INIOBONG *et al.*, 2018). Assim como, espécies de *Bacillus* e *Pseudomonas* reportadas por Selvakumar *et al.* (2014) utilizando o mesmo teste.

O TTC pode ser utilizado como um método colorimétrico da atividade de muitas enzimas desidrogenase (DHA). A reação de redução, pela desidrogenase, a trifenil formazan (TPF) apresenta uma cor avermelhada característica. Estudos indicam que a atividade das desidrogenases nos processos oxidativos das células microbianas reflete a bioatividade geral de uma grande parte da população microbiana, o que permite seu emprego como medida de atividade biológica (ABBONDANZI *et al.*, 2003). Dos 33 isolados que apresentaram resultados positivos no teste DCPIP foram negativos para o TTC. Entretanto, conforme sugerem Ljesevic *et al.* (2019) a atividade da desidrogenase pode ser usada como teste complementar para verificar se os microrganismos examinados toleram apenas HPAs ou usam metabolicamente como únicas fontes de carbono.

Os biossurfactantes são capazes de reduzir a tensão superficial e atuar diretamente como emulsificantes, ganhando maior atenção nas últimas décadas, devido às suas propriedades exclusivas, como alta biodegradabilidade, menor toxicidade e melhor estabilidade (MARTINHO *et al.*, 2019; SHARMA *et al.*, 2019). Neste contexto, a bioprospecção de bactérias para produção de biossurfactantes vem sendo utilizada na reparação dos danos ambientais, como processos de biorremediação, lavagem do solo, dentre outros (PENG *et al.*, 2012; MÜLLER *et al.*, 2012; SATPUTE *et al.*, 2020)

O teste Blue Ágar Plate é um método qualitativo, rápido e específico que pode ser utilizado na bioprospecção de biossurfactantes do tipo glicolipídeos. O mesmo baseia-se na formação de um par de íons insolúveis de surfactantes aniônicos secretados pelos microrganismos em placa com o surfactante catiônico CTAB presente na placa, que na presença do corante azul de metileno forma um precipitado azul escuro ao redor das colônias produtoras do tensoativa (SIEGMUND e WAGNER, 1991). Os isolados que mostraram atividade positiva indicam presença de biossurfactante aniônico extracelular.

Os testes de colapso de gota (BORDOUR e MILLER-MAIR, 1998), espalhamento da gota (MORKAWA *et al.*, 2000) e escorrimento da gota (PEERSON e MOLIN, 1987) avaliam a atividade tensoativa do biossurfactante. No teste de colapso de gotas, uma gota de suspensão de células ou de sobrenadante de cultura é colocada em uma superfície sólida revestida de óleo. Se o líquido não contiver surfactantes, as moléculas de água polar são repelidas da superfície hidrofóbica e as gotas permanecem estáveis. Ao contrário, se o líquido contiver surfactantes, as gotas se espalham ou mesmo colapsam porque a força ou tensão interfacial entre a gota do líquido e a superfície hidrofóbica é reduzida (WALTER *et al.*, 2010). A estabilidade das gotas depende da concentração do surfactante e se correlaciona com a tensão superficial e interfacial (VARJANI, 2017).

Para o teste de colapso da gota foram utilizados o óleo diesel e o mineral, isso porque o óleo diesel têm sido o combustível mais consumido no Brasil, devido à sua grande utilização no transporte rodoviário e na comercialização de combustíveis para grandes embarcações marítimas. Em contra partida, o óleo mineral engloba uma mistura de petróleo composta principalmente por hidrocarbonetos saturados contendo entre 15 a 50 átomos de carbono que apresenta toxicidade e baixa biodegradabilidade (EFSA, 2012). Além disso, a utilização de duas soluções diferentes (A e B) contribui para a verificação resultados diferentes de degradação para óleos com cadeias carbônicas distintas. Conforme destacam Safary *et al.* (2010), os isolados que liberam biossurfactantes no meio de cultura são interessantes do ponto de vista industrial, pois o processo de recuperação do produto pode ser simplificado.

Para o teste de espalhamento da gota (MORIKAWA *et al.*, 2000) procura verificar a atividade tensoativa do biossurfactante pelo halo formado no espelhamento da gota sobre o óleo diesel na qual a medida do diâmetro da zona de abertura do halo em cm está relacionada com a concentração de biossurfactante presente no meio (WALTER *et al.*, 2010). Entretanto conforme destacam Nitschke e Pastore (2002), isolados que apresentam coalescência, um mecanismo de destruição de emulsões, não pode ser caracterizado como resultado negativo pois alguns biossurfactantes apesar de não manterem a sua estabilidade suportam concentrações salinas mais elevadas, uma propriedade importante quando se considera a biorremediação de ambientes salinos.

O teste do escorrimento da gota em lâmina de vidro é complementar ao de colapso e espalhamento da gota para verificar a atividade tensoativa do biossurfactante podendo ser considerada como uma modificação destas pois apresentam-se como pouco sensíveis para biossurfactantes que possuem baixa atividade tensoativa (SATPUTE *et al.*, 2020; VARJANI, 2017).

A emulsificação é um processo que forma um líquido, conhecido como emulsão, contendo gotículas muito pequenas de gordura ou óleo suspensas em um fluido, geralmente água (VARJANI, 2017). O índice de emulsão (IE24) é um método de triagem simples que avalia a capacidade de produção de biossurfactante correlacionando com a concentração utilizado para a triagem inicial de muitos microrganismos (WALTER *et al.*, 2010).

Espécies de *P. aeruginosa* tem se destacado na literatura por excretar compostos iônicos que emulsificam hidrocarbonetos que podem ser usadas para recuperação microbiológica avançada de petróleo – do inglês MEOR (Microbial enhanced oil recovery) (BROWN, 2010; SHARMA *et al.*, 2015). A MEOR baseia-se na versatilidade metabólica dos microrganismos para sintetizar gases, ácidos ou biossurfactantes que são úteis para melhorar a recuperação de óleo (NIU *et al.*, 2020; KHIRE, 2010).

Os biossurfactantes de alto peso molecular são emulsionantes eficientes e frequentemente aplicados como um aditivo para estimular a biorremediação e a remoção de substâncias oleosas dos ambientes (SAPTUTE *et al.*, 2020). Porém, os resultados

na diminuição da tensão superficial e a capacidade de emulsificação nem sempre se correlacionam e conseqüentemente, esse método dá apenas uma indicação sobre a presença de biossurfactantes (SANTOS *et al.*, 2011).

Além da avaliação do IE_{24} , a estabilidade da emulsão (EE_{72}) avaliada após 72 horas também foi considerada neste estudo pois a estabilidade da emulsão tem sido usada como um critério importante para as aplicações industriais (SHARMA *et al.*, 2015). Cepas bacterianas de *Lactobacilos acidophilus* e *Enterococcus faecium* foram isoladas e rastreadas para agentes tensoativos usando ensaio de colapso de gota e avaliação do índice e estabilidade da emulsão (SHARMA *et al.*, 2015).

É importante considerar que a atividade emulsificante do biossurfactante depende da cepa produtora e das condições de cultura, tais como a natureza da fonte de carbono, as limitações nutricionais e os parâmetros químicos e físicos, como temperatura, aeração, cátions divalentes e pH. Tais fatores influenciam não apenas a quantidade do biossurfactante produzido, mas também o tipo de polímero que será produzido (KHIRE, 2010).

Comparando os testes de emulsificação e de tensão pode-se ter uma ideia de que o biossurfactante proveniente do isolado P300 (Figura 2) apresenta alto peso molecular, com principal propriedade a emulsão, justificando os resultados praticamente inalterados de tensão superficial. Bem como os isolados P100 e P278 que não apresentaram resultados expressivos para teste de emulsão, no entanto evidenciou serem positivos no teste DCPI e blue ágar plate simultaneamente.

Além das propriedades físico-químicas avaliadas, os biossurfactantes comercialmente viáveis devem ser economicamente competitivos (SAPTUPE *et al.*, 2020). Portanto, etapas subsequentes de triagem para avaliação de eficácia e técnicas de purificação aprimoradas desempenham um papel vital para obter a qualidade e a quantidade desejadas de boas cepas com altos rendimentos.

Adicionalmente, ferramentas moleculares também podem ser utilizadas para identificar genes produtores de biossurfactantes e/ou envolvidos na síntese da degradação de hidrocarbonetos do petróleo (LIMA *et al.*, 2020).

5 | CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam a importância da bioprospecção em bactérias isoladas de manguezais provenientes do Complexo Estuarino de Paranaguá PR pois as mesmas apresentam capacidade para produzir biossurfactantes e potencial para serem utilizados na biorremediação de locais contaminados com hidrocarbonetos de petróleo ou derivados. Com tudo, faz-se necessário realizar estudos de caracterização desses microrganismos promissores para possíveis aplicações na biorremediação e produção de biossurfactantes.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

A coleção de isolados bacterianos utilizados neste estudo está devidamente cadastrada no SisGen, de acordo com a Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Gomes-Figueiredo concebeu a ideia e supervisionou o trabalho. Stringari juntamente com Santos, Zamarchi, de Paula e Schneider realizaram o isolamento de microrganismos em manguezais do litoral do Paraná. Santos e Cordeiro determinaram a capacidade de degradação de hidrocarbonetos de petróleo. Munhoz e Araujo avaliaram a capacidade de produção de biossurfactantes. Munhoz e Costa escreveram o manuscrito com apoio de Gomes-Figueiredo. Todos os autores discutiram os resultados e contribuíram para o manuscrito final.

REFERÊNCIAS

ABBONDANZI, F.; CACHADA, A.; CAMPISI, T.; GUERRA, R. R.; RACCAGNI, M.; IACONDINI A. **Optimisation of a microbial ecotoxicological bioassay for contaminated soil monitoring: bacterial inoculum standardisation**. *Chemosphere*. v. 53, n. 8, p. 889-897, 2003.

BALACHANDRAN, C.; DURAI PANDIYAN, V.; BALAKRISHNA, K.; IGNACIMUTHU, S. **Petroleum and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) degradation and naphthalene metabolism in *Streptomyces* sp. (ERI-CPDA-1) isolated from oil contaminated soil**. *Bioresour Technol*. v. 112, p. 83-90, 2012.

BALOGUN, S. A.; SHOFOLA, T. C.; OKEDEJI, A. O.; AYANGENRO, A. S. **Screening of hydrocarbonoclastic bacteria using redox indicator 2,6-dichlorophenol indophenol**. *Global Nest*. v. 17, n. 3, p. 565-573, 2015.

BARROW, G. I.; FELTHAM, R. K. A. **Cowan and Steel's manual for the identification of medical bacteria**. Cambridge University. v. 1, p. 331- 975, 1993.

BIDOIA, E. D.; R. N.; MONTAGNOLLI AND LOPES, P. R. M. **Microbial biodegradation potential of hydrocarbons evaluated by colorimetric technique: a case study**. In A. Mendez-Vilas (ed.), *Current Research, Technology and Education. Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotrechnology*. p. 1277- 1288, 2010.

BORDOUR, A. A.; MILLER-MAIER, R. M. **Application of a modified drop collapse technique for surfactante quantitation and screening of biosurfactant-producing microorganisms**. *Journal of Microbiological Methods*. v. 32, n. 3, p. 273-280, 1998.

BRADDOCK, J. F.; CATTERALL, P. H. **A simple method for enumerating gasoline and diesel-degrading microorganisms**. *Bioremediation Journal*. v. 3, n. 2, p. 81- 84, 1999.

BROWN, L. R. **Microbial enhanced oil recovery (MEOR)**. *Current Opinion in Microbiology*. v. 13, n. 3, p. 316-320, 2010.

CARTER, M. E.; QUINN, P. J.; MARKEY, B.; CARTER, G. R. ***Staphylococcus species***. In: Clinical Veterinary Microbiology. Edinburgh: Mosby Elsevier, p. 118, 1994.

CHANDRA, S.; SHARMA, R.; SINGH, K.; SHARMA, A. **Application of bioremediation technology in the environment contaminated with petroleum hydrocarbon**. Annals Microbiology. v. 63, p. 417-431, 2013.

EFSA. **Scientific Opinion on mineral oil hydrocarbons in food**. EFSA Journal. v. 10, p. 2704, 2012.

FRANCY, D. S.; THOMAS, J. M.; RAYMOND, R. L.; WARD, C. H. **Emulsification of hydrocarbon by surface bacteria**. Journal of Industrial Microbiology. n. 8, p. 237- 246, 1991.

GIRI, C.; OCHIENG, E.; TIESZEN, L. L.; ZHU, Z.; SINGH, A.; LOVELAND, T.; MASEK, J.; DUKE, N. **Status and distribution of mangrove forests of the world using Earth observation satellite data**. Global Ecology and Biogeography. v. 20, n. 1, p. 154-159, 2011.

HANSON, K. G.; DESAI, J. D.; DESAI, A. J. **A rapid and simple screening technique for potential crude oil degrading microorganisms**. Biotechnology Techniques. v. 7, p. 745– 748, 1993.

HOLT, J. G.; BERGEY, D. H. **Bergey's manual of determinative bacteriology**. Williams & Wilkins, Baltimore, 1994.

INIOBONG, I. J.; ALPHONSUS, I. A.; SATURDAY, A. P.; GODWIN, B. M.; UTIBE, E. C.; ANTHONY, U. E. **Screening for hydrocarbon degrading bacteria using redox indicator 2, 6-dichlorophenol indophenol**. Chemical and Biomolecular Engineering. v. 3, n. 2, p. 11-16, 2018.

JÚNIOR, J. T. A.; CAMPOS, T. M. P.; PIRES, P. J. M. **Sediment characteristics of an impacted coastal bay: Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil**. Journal of Coastal Research. v. 71, p. 41-47, 2014.

KHIRE, J. M. **Bacterial biosurfactants, and their role in microbial enhanced oil recovery (MEOR)**. Biosurfactants. p. 146-157, 2010.

LIMA, S. D.; OLIVEIRA, A. F.; GOLIN, R.; LOPES, V. C. P.; CAIXETA, D. S.; LIMA, Z. M.; MORAIS, E. B. **Isolation and characterization of hydrocarbon-degrading bacteria from gas station leaking-contaminated groundwater in the Southern Amazon, Brazil**. Brazilian Journal of Biology. v. 80, n. 2, p. 354-361, 2020.

LJESEVIC, M.; MILIC, J.; GOJGIC-CVIJOVIC, G.; SOLEVIC KNUDSEN, T.; ILIC, M.; AVDALOVIĆ, J.; VRVIC, M. **Evaluation of assays for screening polycyclic aromatic hydrocarbon-degrading potential of bacteria**. Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly. v. 26, n. 1, p. 41- 48, 2019.

MA, J.; YAN, G.; MA, W.; WANG, Q.; GUO, S. **Isolation and characterization of oil degrading microorganisms for bench-scale evaluations of autochthonous bioaugmentation for soil remediation**. Water, Air, & Soil Pollution. p. 226-272, 2015.

MARTINHO, V.; LIMA, S. L. M.; BARROS, C. A.; FERRARI, V. B.; PASSARINI, M. R. Z.; SANTOS, L. A.; DE VASCONCELLOS, S. P. **Enzymatic potential and biosurfactant production by endophytic fungi from mangrove forest in southeastern Brazil**. AMB Express. v. 9, p. 1, 2019.

- MÉNDEZ, V.; FUENTES, S.; MORGANTE, V.; HERNÁNDEZ, M.; GONZÁLEZ, M.; MOORE, E.; SEEGER, M. **Novel hydrocarbon clastic metal-tolerant *Acinetobacter* and *Pseudomonas* strains from Aconcagua River oil-polluted soil.** Journal of Soil Science and Plant Nutrition. v. 17, n. 4, 2017.
- MORAIS, R. K. S.; ABUD, A. K. S. **Use of biosurfactants from agro-industrial residues in the bioremediation of oil.** Scientia Plena. v. 8, n. 10, 2012.
- MORIKAWA, M.; HIRATA, Y.; IMANAKA, T. **A study on the structure-function relationship of lipopeptide biosurfactantes.** Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular and Cell Biology of Lipids. v. 1488, n. 15, p. 211-218, 2000.
- MÜLLER, M. M.; KUGLER, J. H.; HENKEL, M.; GERLITZKI, M.; HORMANN, B.; POHNLEIN, M.; SYLDATK, C.; HAUSMANN, R. **Rhamnolipids-next generation surfactants.** Journal of Biotechnology. v. 162, n. 4, p. 366-380, 2012.
- NITSCHKE, M.; PASTORE, G. M. **Biosurfactants: properties and applications.** Química Nova. v. 25, n. 5, p. 772-776, 2002.
- NIU, J.; LIU, Q.; LV, J.; PENG, B. **Review on microbial enhanced oil recovery: Mechanisms, modeling and field trials.** Journal of Petroleum Science Engineering. v. 192, 2020.
- OVERMANN, J.; SMITH, D. **Microbial resource centers contribute to bioprospecting of bacteria and filamentous microfungi.** Springer International Publishing. p. 51-79, 2017.
- PEERSON, A.; MOLIN, G. **Capacity of bioemulsifier production of environmental *Pseudomonas* and *Vibrionaceae* growing on carbohydrates.** Applied Microbiology Biotechnology. v. 36, n. 5, p. 439-442, 1987.
- PENG, X.; YUAN, X. Z.; ZENG, G. M.; HUANG, H. J. **Extraction and purification of laccase by employing a novel rhamnolipid reversed micellar system.** Process Biochemistry. v. 47, n. 5, p. 742-748, 2012.
- SAFARY, A.; ARDAKANI, M. R.; SURAKI, A. A.; KHIAVI, M.; MOTAMEDI, H. **Isolation and characterization of biosurfactant producing bacteria from Caspian Sea.** Biotechnology. v. 9, n. 3, p. 378-382, 2010.
- SANTOS, H. F.; CARMO, F. L.; PAES, J. E. S.; ROSADO, A. S.; PEIXOTO, R. S. **Bioremediation of mangroves impacted by petroleum.** Water Air Soil Pollution. v. 216, p. 329–350, 2011.
- SARAVANAN, D.; RADHAKRISHAN, M.; BALAGURUNATHAN, R. **Bioprospecting of bacteria from less explored ecosystem.** Journal of chemical and pharmaceutical Research. v. 7, n. 3, p. 852-857, 2015.
- SATPUTE, S. K.; WAGHMODE, S.; SURYAVANSHI, M.; SHARMA, D. ***Planococcus* species- an imminent resource to explore biosurfactant and bioactive metabolites for industrial application.** Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. v. 8, 2020.
- SELVAKUMAR, S.; SEKAR, P.; RAJAKUMAR, S.; AYYASAMY, P. M. **Rapid screening of crude oil degrading bacteria isolated from oil contaminated areas.** The Scitech Journal. n. 1, p. 24-27, 2014.

SHARMA, D.; SINGH, S. B.; CHAUHAN, N.; PROCHA, S.; LAL, S. **Isolation and functional characterization of novel biosurfactant produced by *Enterococcus faecium***. Springerplus. v. 4, n. 1, p. 1-14, 2015.

SHARMA, S.; DATTA, P.; KUMAR, B.; TIWARI, P.; PANDEY, L. M. **Production of novel rhamnolipids via biodegradation of waste cooking oil using *Pseudomonas aeruginosa* MTCC7815**. Biodegradation. 2019.

SIEGMUND, I.; WAGNER, D. F. **New method for detecting rhamnolipids exerted by *Pseudomonas* species grown on mineral agar**. Biotechnology Letters. v. 95, p. 95-100, 1991.

SINGH, S. P.; SINGH, D. **Biodiesel production through the use of different sources and characterization of oils and their esters as the substitute of diesel: A review**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. v. 14, n. 1, p. 200-216, 2010.

TIRALERDPANICH, P.; SONTHIPHAND, P.; LUEPROMCHAI, E.; PINYAKONG, O.; POKETHITIYOOK, P. **Potential microbial consortium involved in the biodegradation of diesel, hexadecane and phenanthrene in mangrove sediment explored by metagenomics analysis**. Marine Pollution Bulletin. v. 113, p. 595- 605, 2018.

TRUSKEWYCZ, A.; GUNDRY, T. D.; KHUDUR, L. S.; KOLOBARIC, A.; TAHA, M.; ABURTO-MEDINA, A.; BALL, A. S.; SHAHSAVARI, E. **Petroleum hydrocarbon contamination in terrestrial ecosystems- fate and microbial responses**. Molecules. v. 24, n. 18, p. 3400, 2019.

VARJANI, S. J. **Microbial degradation of petroleum hydrocarbons**. Bioresource Technology. v. 223, p. 277-286, 2017.

WALTER, V.; SYLDATK, C.; HAUSMANN, R. **Screening concepts for the isolation of biosurfactant producing microorganisms**. Biosurfactant. p. 113, 2010.

INFORMAÇÕES SUPLEMENTARES

| Isolados | DCPIP | TTC | Blue Ágar | Colapso da Gota | | Emulsão | Espalhamento da Gota | Escorrimento da Gota |
|----------|-------|-----|-----------|-----------------|--------|---------|----------------------|----------------------|
| | | | | Mineral | Diesel | | | |
| P143 | + | - | - | + | + | - | - | - |
| A108 | + | - | - | + | - | - | - | - |
| P247 | + | - | - | + | + | - | - | - |
| P323 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| P329 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| P88 | + | - | - | - | - | - | - | - |
| P237 | + | - | - | + | + | - | - | - |
| P293 | + | - | - | + | + | - | - | - |
| P257 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| P309 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| P2 188 | + | - | - | - | + | - | - | - |

| | | | | | | | | |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P194 | + | - | + | - | + | + | - | + |
| P180 | + | - | + | - | + | - | - | - |
| P91 | + | - | + | - | + | - | - | - |
| P300 | + | - | - | - | - | + | - | - |
| A38 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| P205 | + | - | + | - | + | - | - | - |
| P147 | + | - | - | - | - | - | - | - |
| P100 | + | - | + | - | + | + | - | + |
| A76 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| P3 146 | + | - | - | - | - | + | - | + |
| P278 | + | - | + | - | - | + | - | + |
| P295 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| P90 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| P256 | + | - | + | - | + | + | - | + |
| P3 102 | + | - | + | - | + | - | - | - |
| A65 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| P96 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| P247 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| P3 108 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| P3 355 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| P302 | + | - | - | - | + | - | - | - |
| A62 | + | - | - | - | + | - | - | - |

Tabela 1: Resultados dos 33 isolados que apresentaram resultados positivos no teste do DCPIP e seguiram para avaliação da capacidade de produção de biossurfactante.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acinetobacter baumannii 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48

Amazônia 18

Amido 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 137

Amilases 69, 70, 73, 74, 75, 76, 77, 78

B

Bactérias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 22, 23, 24, 25, 38, 40, 45, 46, 49, 50, 51, 54, 55, 60, 63, 70, 81, 82, 89, 91, 92, 93, 94, 98, 100, 110, 119, 120, 121, 122, 130, 134, 135, 138, 140, 142, 144, 145

Bactérias Gram negativas 55, 63

Bactérias Gram positivas 55

Bactérias simbióticas 49

Barbatimão 134, 135, 136, 142, 145, 146

Billings 106, 107, 108, 109, 110

Biodigestão anaeróbica 116, 119, 121, 124, 125

Bioenergia 116, 127

Biofilme 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

Biosurfactante 92, 95, 98, 99, 100, 105

C

Capsaicina 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66

Caracterização morfocultural 49, 53

Cemitério 14, 15, 17, 18, 19

Cerrado 65, 67, 134, 135, 136, 137, 145, 146

Clostridium difficile 81

Coliformes 14, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 110, 115

Contaminação 7, 14, 17, 19, 24, 25, 92, 114, 117, 141

E

Enterobactérias 106, 108, 112, 114

Enzimas 11, 44, 69, 70, 73, 74, 75, 77, 78, 98, 120

Esporotricose 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35

F

Farinha de mandioca 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27

Fungos 25, 33, 34, 50, 55, 69, 70, 75, 76, 77, 78, 81, 130, 134, 135, 142, 144, 146

H

Hidrólise de milho 75

I

Infecções associadas 38, 40, 41, 42

Ivermectina 130, 132

K

Klebsiela sp 81

M

Metano 116, 118, 119, 121, 122, 124, 125, 127, 128

P

Patógenos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 30, 55, 63, 64, 129, 130, 132, 134, 135, 141, 142

Pediculoses 130

Petróleo 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101

Pets não convencionais 130, 132

Piolhos 129, 130, 131, 132

Prevenção e controle 38, 40, 45, 147

Proteus sp 61, 81

R

Ramnolipídeos 92

Reservatório 7, 15, 25, 106, 107, 108

Resistência antimicrobiana 38, 40, 42, 56

S

Segurança alimentar 20, 25, 27

Sepsis 81, 90

Serratia sp 81

Sporothrix brasiliensis 28, 29, 31, 32, 33, 35, 36, 37

Stryphnodendron sp 134, 135, 140

T


Transmissão felina 28, 30

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

MICROBIOLOGIA:

Clínica, Ambiental e Alimentos

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021