



MICROBIOLOGIA:

Avanços através dos séculos e constante atualizações tecnológicas

Daniela Reis Joaquim de Freitas
(ORGANIZADORA)

 **Atena**
Editora
Ano 2021



MICROBIOLOGIA:

Avanços através dos séculos e constante atualizações tecnológicas

Daniela Reis Joaquim de Freitas
(ORGANIZADORA)

**Atena**
Editora
Ano 2021

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

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 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 Federacão 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

Microbiologia: avanços através dos séculos e constante atualizações tecnológicas

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M626 Microbiologia: avanços através dos séculos e constante atualizações tecnológicas / 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 978-65-5983-633-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.338212311>

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

CDD 579

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

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 Microbiologia é uma das áreas da Ciências Biológicas que mais cresceu nas últimas décadas. Seu emprego na área da indústria alimentícia, farmacêutica, de reciclagem, biotecnológica entre outras tem sido enorme; e a compreensão de quadros patológicos causados por diferentes micro-organismos em humanos, animais e até em plantas tem sido favorecida devido aos avanços tecnológicos na área médica e de diagnóstico laboratorial.

O livro “Microbiologia: Avanços através dos séculos e constantes atualizações tecnológicas” é uma obra atualizada, composta por trabalhos científicos na forma de artigos originais e de revisão, todos relacionados a esta área de conhecimento, que vai desde o cultivo e triagem de micro-organismos a análise da atividade antibacteriana de extratos de plantas, ou atividade de enzimas ou de fermentação de micro-organismos na indústria alimentícia, e até formação de biofilme e atividade antifúngica de diferentes moléculas.

São 9 capítulos nos quais serão discutidos avanços desta área da ciência e serão revistos conceitos importantes dentro da Microbiologia básica, Bacteriologia e Micologia, além de discutir o papel da tecnologia para a obtenção dos resultados encontrados. A discussão destes temas é feita de forma dinâmica e facilitada, com uma linguagem acessível para estudantes e profissionais.

Este livro, assim como todas as publicações da Atena Editora, passou pela revisão de um Comitê de pesquisadores com mestrado e doutorado em programas de pós-graduação renomados no Brasil. O resultado disto é um trabalho de excelente qualidade, atualizado e devidamente revisado por pares que será apresentado a você, nosso leitor.

Boa leitura!


Daniela Reis Joaquim de Freitas

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DAS FOLHAS E FLORES DA *Turnera subulata* (FLOR DO GUARUJÁ)


Maria Lucidalva Ribeiro de Sousa
Isabela Ribeiro de Albuquerque
Luana Priscilla Roque Moura
Bruna Silva da Rocha
Kelly Cristina da Silva Martins
Janaína da Costa Nogueira
Adriana Dantas Gonzaga de Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3382123111>

CAPÍTULO 2..... 11

APLICAÇÃO DE ENZIMAS EM INDÚSTRIAS ALIMENTÍCIAS


Mylena Sales Palma Passos
Adeline Cristina Pereira Rocha
Thiago Machado Pasin
Vivian Machado Benassi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3382123112>

CAPÍTULO 3..... 27

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DO EXTRATO DA CASCA E POLPA DO TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*) FRENTE A BACTÉRIAS PATOGÊNICAS


Maria Lucidalva Ribeiro de Sousa
Isabela Ribeiro de Albuquerque
Luana Priscilla Roque Moura
Bruna Silva da Rocha
Kelly Cristina da Silva Martins
Janaína da Costa Nogueira
Adriana Dantas Gonzaga de Freitas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3382123113>

CAPÍTULO 4..... 36

LIPASES: REVISÃO E APLICAÇÃO INDUSTRIAL

Rafaela Lopes da Silveira
Adeline Cristina Pereira Rocha
Vivian Machado Benassi


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3382123114>

CAPÍTULO 5..... 50

AVALIAÇÃO *IN SILICO* DO POTENCIAL ANTIMICROBIANO DO ÓLEO ESSENCIAL FOLIAR DE COLÔNIA (*Alpinia zerumbet*)

Suelen Carneiro de Medeiros
Igor Lima Soares
Gleilton Weyne Passos Sales

Mary Anne Medeiros Bandeira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3382123115>

CAPÍTULO 6..... 61

PRINCIPAIS MICRORGANISMOS ENVOLVIDOS NA FERMENTAÇÃO DE ALIMENTOS


Taynara Ellen Romero Batistela

Dâmaris Cristine Landgraf

Daniele Cassiano Feliciano

Sara Mataroli de Godoy

Daniele Sartori

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3382123116>


CAPÍTULO 7..... 68

QUALIDADE HIGIÊNICO SANITÁRIA E FÍSICO-QUÍMICA DA CASTANHA-DO-BRASIL E SEUS DERIVADOS COMERCIALIZADOS NA CIDADE DE CHAPECÓ - SC

Daniela Varnier

Filomena Marafon

Débora Carneiro Leite

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3382123117>

CAPÍTULO 8..... 80

APLICACIÓN DE PCR Y MALDITOF EN LA IDENTIFICACIÓN DE LEVADURAS DEL GÉNERO *CANDIDA*


Alejandra Paula Espinosa Taxis

Débora Vázquez Domínguez

David Iván Loaiza Toscuento

Eulogio Valentín Gómez

Teresita Spezzia Mazzocco

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3382123118>

CAPÍTULO 9..... 93

FORMACIÓN DE BIOPELÍCULAS Y SENSIBILIDAD A ANTIFÚNGICOS DE *Candida albicans*, *Candida tropicalis* Y *Candida glabrata*

Alejandra Paula Espinosa Taxis

Débora Vázquez Domínguez

David Iván Loaiza Toscuento

Teresita Spezzia Mazzocco

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3382123119>

SOBRE A ORGANIZADORA..... 104

ÍNDICE REMISSIVO..... 105

FORMACIÓN DE BIOPELÍCULAS Y SENSIBILIDAD A ANTIFÚNGICOS DE *Candida albicans*, *Candida tropicalis* Y *Candida glabrata*

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 15/10/2021

Alejandra Paula Espinosa Taxis

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,
Puebla. Centro de Investigaciones en Ciencias
Microbiológicas. Puebla, Puebla
<https://orcid.org/0000-0002-6402-7902>

Débora Vázquez Domínguez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,
Puebla. Centro de Investigaciones en Ciencias
Microbiológicas. Puebla, Puebla
<https://orcid.org/0000-0002-5466-9792>

David Iván Loaiza Toscuento

Instituto Nacional de Astrofísica y Óptica
Electrónica. Coordinación de Óptica. Puebla,
Puebla
<https://orcid.org/0000-0003-1669-4900>

Teresita Spezzia Mazzocco

Instituto Nacional de Astrofísica y Óptica
Electrónica. Coordinación de Óptica. Puebla,
Puebla
<https://orcid.org/0000-0002-1203-2697>

RESUMEN: En los últimos años los padecimientos por hongos oportunistas aumentó notablemente, siendo la candidosis la micosis más frecuente, recientemente las especies de *Candida* no *albicans* incrementaron considerablemente, siendo más frecuentes que *Candida albicans*, las especies: *Candida tropicalis*, *Candida glabrata*, *Candida dubliniensis*, *Candida auris*

entre otras, las cuales pueden ocasionar desde una infección superficial hasta una infección sistémica; Sin embargo actualmente *C. albicans* parece haber retomado el dominio como agente etiológico de esta micosis oportunista. Por otra parte, el aumento de cepas resistentes a los antifúngicos se ha convertido en un problema de salud pública, con consecuencias fatales en el paciente. La candidiasis puede llegar a representar una carga significativa de infecciones en la población hospitalaria debido a que esta micosis se asocia con la formación de biopelículas, estas constituyen capas del microorganismos adheridas a las superficies bióticas o abióticas que complican el acceso de los fármacos y con ello su eliminación, se pueden formar sobre catéteres, prótesis dentales o cardiacas y otros dispositivos biomédicos, y se convierte en un foco de diseminación de la infección, entorpece las funciones propias de estos dispositivos, incrementa la estancia hospitalaria y, por ende, los costos de atención y la mortalidad. En este capítulo describiremos la formación de biopelículas y la sensibilidad a antifúngicos utilizando como modelo *C. albicans*, *C. tropicalis* y *C. glabrata*.

PALABRAS CLAVE: Candidosis, *Candida* spp., antifúngicos, biopelículas.

BIOFILM FORMATION AND ANTIFUNGAL SENSITIVITY OF *Candida albicans*, *Candida tropicalis* AND *Candida glabrata*

ABSTRACT: In recent years, opportunistic fungal diseases have increased notably, candidosis being the most frequent mycosis, recently the

species of *Candida non albicans* increased considerably, being more frequent than *Candida albicans*, the species: *Candida tropicalis*, *Candida glabrata*, *Candida dubliniensis*, *Candida auris* among other, which can cause from a superficial to a systemic infection; However, currently *C. albicans* seems to have regained dominance as the etiological agent of this opportunistic mycosis. On the other hand, the increase in antifungal resistant strains has become a public health problem, with fatal consequences for the patient. Candidiasis can represent a significant burden of infections in the hospital population because this mycosis is associated with the formation of biofilms, these constitute layers of the microorganism adhered to biotic or abiotic surfaces that complicate the access of drugs and therefore their elimination, can form on catheters, dental or cardiac prostheses and other biomedical devices, and becomes a source of spread of infection, it hinders the functions of these devices, increases hospital stay and, therefore, costs of care and mortality. In this chapter we will describe biofilm formation and antifungal sensitivity using *C. albicans*, *C. tropicalis* y *C. glabrata* as models.

KEYWORDS: Candidosis, *Candida* spp., antifungals, biofilms.

1 | INTRODUCCIÓN

De todas las especies de *Candida*, quince han resultado ser patogénicas para el ser humano, y especialmente han sido cinco las que representan el 90% de las candidiasis invasivas: *C. albicans*, *C. glabrata*, *C. parapsilosis*, *C. krusei*, y *C. tropicalis*, mientras que especies como *C. dubliniensis*, *C. guilliermondii*, *C. inconspicua*, *C. lusitaniae*, *C. norvegensis*, *C. kefyr*, *C. famata* y *C. rugosa* representan un grupo de especies aisladas ocasionalmente. *C. albicans* es la especie más estudiada en términos de patogenicidad y es el principal agente causal de las candidiasis superficiales y sistémica (Pappas et al.; Yapar; Silva et al.)

La candidiasis invasiva es la infección fúngica de mayor incidencia entre los pacientes hospitalizados, la tasa de mortalidad de esta llega a ser del 40% incluso después de haber suministrado un tratamiento antimicótico. La candidemia ha sido asociada a una mortalidad de hasta el 47% (Pappas et al.). Entre las levaduras, *C. albicans* era la especie predominante que representa del 35% al 60% de los aislados. Sin embargo, se están documentando cada vez más infecciones causadas por *C. parapsilosis*, *C. tropicalis*, *C. glabrata* y *C. krusei*, que son las especies de *Candida no albicans* más comunes identificadas en cultivos. La mayoría de *C. glabrata* y *C. krusei* presentan mayor resistencia al tratamiento con los azoles (Mora Carpio and Climaco).

1.1 *Candida albicans*

Es una levadura redonda u ovalada de 3-8 por 2-7 micras. Las diversas formas morfológicas de *C. albicans* se han asociado con el cambio de estados comensales o patógenos, puede formar blastoconidios, pseudohifas e hifas verdaderas dependiendo de la temperatura, el pH y nutrientes (Stokes et al.) Se cree que el cambio de levadura a hifas ayuda a la adhesión celular y facilita la infección de tejidos, la evasión de macrófagos y

el desarrollo de biopelículas (Verma-Gaur and Traven). El genoma de *C. albicans* está constituido por ocho pares de cromosomas homólogos cuyo tamaño en total es de 16 Mb (McManus and Coleman). *C. albicans* fermenta glucosa, galactosa y maltosa con formación de ácidos y dióxido de carbono. *C. albicans* se encuentra con frecuencia como parte de la flora microbiana normal de los humanos: boca, tubo digestivo, aparato genitourinario, lo que facilita su encuentro con la mayoría de los biomateriales implantados y las superficies del huésped (Luo and Mitchell). Macroscópicamente, en el medio agar dextrosa Sabouraud (SDA) las colonias de *C. albicans* tienen un crecimiento rápido y un aspecto liso, blanco y redondo

1.2 *Candida tropicalis*

Es una levadura diploide susceptible a los azoles aunque menos susceptible que *C. albicans*. *C. tropicalis* se ha convertido en una de las especies de *Candida* más importante al ser considerada como la segunda especie más virulenta de tal género. Afecta con frecuencia a los pacientes leucémicos y neutropénicos, tiene gran capacidad invasiva y se estima que de un 50% a un 60% de los casos, desarrollan candidiasis diseminada a diferencia de *C. albicans* que lo hacen en un 2 a 15% de los casos (Nucci and Marr). Estudios han demostrado que la producción de sus biopelículas es mayor que en *C. albicans*. Puede producir factores de virulencia tales como la adhesión a células bucales epiteliales, así como células endoteliales (Galán-Ladero et al.; Tronchin et al.), secreción de enzimas líticas como proteinasas, fosfolipasas y hemolisinas, morfogénesis (transición de brotes a hifas) y el switching fenotípico (estado blanco a opaco) (Seervai et al.). La morfología de las colonias de *C. tropicalis* en SDA es de color blanco a crema como se ve en la Figura 3, con una textura cremosa y un aspecto liso y pueden tener bordes ligeramente arrugados (Zuza-Alves et al.).

1.3 *Candida glabrata*

C. glabrata es una levadura no dimorfa que existe como blastoconidios pequeños en todas las condiciones ambientales como un patógeno. Sus blastoconidios miden de 1 a 4 μm (Fidel et al.) y no se han observado pseudohifas. Las colonias son blancas o cremas, pastosas y lisas, con un crecimiento de 3 a 5 días en medio Sabouraud. Es importante destacar que el cambio morfológico de la levadura a la forma hifal no ha sido reportado, aunque si la aparición de pseudohifas en respuesta a la falta de nitrógeno y exposición al dióxido de carbono (Kumar et al.).

2 | BIOPELÍCULAS

Antoni van Leeuwenhoek escribió por primera vez sobre biopelículas en 1683 para la Royal Society of London (Gulati and Nobile). La biopelícula fúngica es una

estructura heterogénea compuesta por hifas, pseudohifas y levaduras, se desarrolla en la interfaz entre un medio acuoso y un sólido. En las últimas dos décadas, el mayor uso de dispositivos de implantes médicos ha llevado a un aumento en la tasa de infecciones por *Candida* (Sandai et al.). Los sustratos más comunes son los catéteres, las dentaduras postizas (abióticas) y las superficies de las células de la mucosa (biótica) (Mayer et al.) Los microorganismos en este tipo de comunidad muestran tasas de crecimiento más bajas y mayor resistencia al tratamiento antimicrobiano, comportándose de manera muy diferente a las células planctónicas. El Instituto Nacional de Salud (NIH) en EUA ha señalado que las biopelículas patógenas son responsables directa o indirectamente del 80% de todas las infecciones microbianas en el ser humano (Jamal et al.), y estas varían desde infecciones de mucosas superficiales, dermatológicas hasta infecciones diseminadas con un alto índice de mortalidad, llegando a 50% en varios casos (Pereira et al.) .

2.1 Biopelículas de *Candida* spp.

La habilidad que poseen las especies de *Candida* para formar biopelículas, les permite adherirse no solo a superficies bióticas ya que estas pueden adherirse de igual forma a superficies inertes como catéteres u otros dispositivos biomédicos implantables y causar infecciones relacionadas a los mismos. Las adhesinas son proteínas responsables de la adhesión específica antes de la formación de la biopelícula. Las adhesinas de secuencia similar a la aglutinina (Als) son una familia de glucoproteínas ubicadas en la superficie de la pared celular de las levaduras, que se sabe que están asociadas con la patogenicidad; están presentes en *C. albicans* y en especies de *Candida* no *albicans* como *C. tropicalis* (Chandra and Mukherjee).

Los estudios relacionados a biopelículas de *Candida* spp han sido realizados en su mayoría sobre *C. albicans*, por lo que aún se desconoce en gran medida el proceso de formación de estas estructuras en otras especies, en la Figura 4 se muestra el proceso de formación de biopelículas para *C. albicans* y *C. tropicalis*. La formación de biopelículas para *C. albicans* es un proceso multifacético (Gulati and Nobile).

2.2 Biopelículas de *Candida* en tejidos

Las biopelículas de *Candida* pueden formarse en el tejido de las mucosas del huésped, donde reside como parte de la microflora comensal, siendo la cavidad oral el objetivo principal. La candidiasis seudomembranosa es la infección oportunista oral más común en personas VIH+ y otras personas inmunocomprometidas. Se presenta como lesiones de color blanco cremoso en el paladar, la mucosa bucal y la lengua, aunque también puede extenderse a la faringe (candidiasis orofaríngea) (Tsui et al.).

Las infecciones superficiales asociadas a biopelículas de *Candida* son menos graves, la gingivoestomatitis y la periimplantitis son dos de las manifestaciones más frecuentes. En este tipo de infecciones las biopelículas suelen ser polimicrobianas, y la

participación de microorganismos del género *Streptococcus* es frecuente. La endocarditis por *Candida* puede resultar de la formación de biopelículas en el endotelio vascular dañado de las válvulas cardíacas en pacientes con enfermedad cardíaca preexistente (Silva et al.).

2.3 Biopelículas de *Candida* en dispositivos biomédicos

Las biopelículas de *Candida* se adhieren generalmente a dispositivos biomédicos, y son capaces de resistir concentraciones altas de antifúngicos (Nett et al.). El dispositivo médico de mayor infección por estas biopelículas es el catéter venoso central comúnmente usado para la administración de líquidos, nutrientes y fármacos. La contaminación del fluido, así como la del núcleo del catéter tiene su origen en la piel del paciente o las manos del personal de enfermería al realizar la inserción del mismo, permitiendo que los organismos pueden migrar a través de la herida hecha por el catéter (Silva et al.).

2.4 Detección de biopelículas *in vitro*

Existen diferentes métodos para obtener la formación de biopelículas, los cuales pueden ser cualitativos y/o cuantitativos. Los métodos cualitativos solo ponen en evidencia la formación de las biopelículas, las cuales se pueden observar macroscópicamente y microscópicamente

Hemos realizado la formación de biopelículas con *C. albicans*, *C. tropicalis* y *C. glabrata*, cepas tipo y obtenidas de pacientes a través de dos técnicas. En la primera técnica se emplearon tubos tipo Falcon de 15 mL, conteniendo 10 mL de caldo glucosa peptona extracto de levadura, se inocularon con 1×10^6 levaduras de cada especie, incubando durante 48 horas/37°C, posteriormente se agregaron 2 mL de cristal violeta al 0.5%, para realizar la cuantificación de las biopelículas formadas, realizando las lecturas en espectrofotómetro a 595 nm.

En la segunda técnica colocamos 200 μ L de una suspensión de 1×10^7 lev/mL, por triplicado en placas de poliestireno de 96 pocillos, incubando a 30°C en agitación a 90 RPM por 48 h, agregando a las 24 h la cantidad suficiente de caldo glucosa Sabouraud, ó YPD para un volumen final de 200 μ L en cada pocillo, transcurridas las 48 h se depositaron 40 μ l de una solución de cristal violeta al 0.5% para cuantificar la formación de las biopelículas en espectrofotómetro a 595 nm.

Al microscopio se pueden observar redes de levaduras hifas y micelios (**Figura 1**).

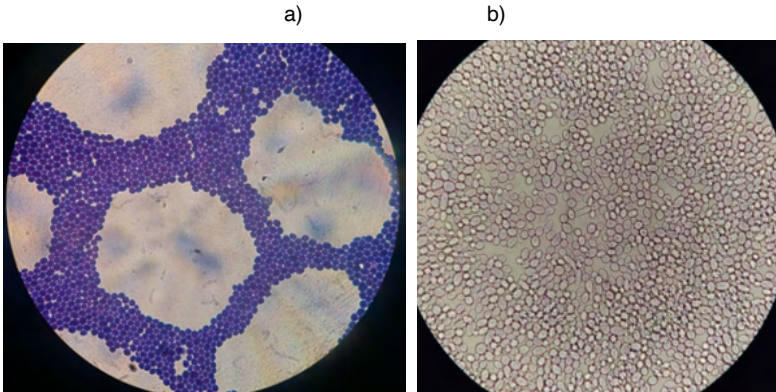


Figura 1. *C. albicans* mostrando levaduras en la formación de biopelículas a las 48 horas de incubación. a) teñida con la técnica de Gram b) sin teñir.

3 I ANTIFÚNGICOS EN LAS INFECCIONES POR *CANDIDA*

El tratamiento recomendado para las infecciones por *Candida* incluye en primera instancia el uso de equinocandinas, anfotericina B, seguido de las terapias orales con azoles, así también, los polienos son otro tipo de antifúngicos que se han empleado en este tipo de tratamiento (de Barros et al.; Silva et al.; McCarty et al.).

- Azoles (fluconazol, posaconazol, voriconazol). Bloquean la síntesis del ergosterol, inhibiendo la enzima 14 α -lanosterol demetilasa, encargada de la síntesis del ergosterol en la membrana celular, inhibiendo así el crecimiento y la replicación fúngica (ODDS).
- Polienos (anfotericina B y nistatina). Se intercalan en membranas que contienen ergosterol, creando poros que destruyen el gradiente de protones, lo que resulta en la salida del citoplasma y otros contenidos celulares (Quiles-Melero and García-Rodríguez).
- Equinocandinas (caspofungina, micafungina y anidulafungina). Interrumpen la síntesis de la enzima β 1,3-D-glucano-sintetasa, componente de la pared celular de las especies de *Candida* (Petrikkos and Skiada).
- Anfotericina B. Se une al ergosterol de la membrana fúngica creando poros que permiten que los iones se difundan a través de la membrana. Debido a su hidrofobicidad y pobre absorción gastrointestinal, se administra de forma intravenosa (ODDS). Su nefrotoxicidad se ha minimizado en los últimos años con las formulaciones lipídicas que presentan mejor solubilidad (Schlottfeldt et al.).

Si bien hay diferentes tratamientos, aún no se ha encontrado una solución definitiva, por lo que se han desarrollado y probado otras alternativas, como el uso combinado de las equinocandinas y la forma liposomal de la anfotericina B, misma que sigue en estudios y está relacionada a la producción de nefrotoxicidad (Adler-Moore et al.; Kuse et al.; Queiroz-Telles et al.).

El tratamiento para combatir la candidiasis puede ser tópico o sistémico según el tipo de infección, los antifúngicos más utilizados son los derivados imidazólicos (fluconazol, itraconazol, ketoconazol, miconazol etc.), sin embargo en la actualidad se observa una disminución en la efectividad de estos, debido principalmente, al surgimiento de levaduras resistentes, a la aparición de nuevas especies patógenas, a la prescripción irracional de antimicóticos como profilaxis y al aumento de las dosis terapéutica (Arendrup and Patterson).

Los antimicóticos pueden ser fungistáticos o fungicidas según inhiban el crecimiento o produzcan lisis de los hongos. Los derivados imidazólicos inhiben las enzimas oxidativas asociadas al citocromo P450 [CYP 3A4 y CYP 2C9] (lanosterol 14- α desmetilasa), bloqueando la conversión de lanosterol en ergosterol, lo que produce una alteración en la permeabilidad de la membrana de las células fúngicas. Además, promueven la acumulación de peróxido de hidrógeno, capaz de lesionar la estructura de los organelos intracelulares del hongo (López et al.). Estudios recientes han documentado tasas crecientes de resistencia al fluconazol, especialmente en *C. auris*, *C. glabrata*, *C. krusei*, *C. tropicalis* y *C. parapsilosis* (Pemán and Quindós; Duxbury et al.).

3.1 Prueba de sensibilidad a antifúngicos

Para realizar la prueba de sensibilidad contra antifúngicos se tomaron cepas de *C. glabrata*, se cultivaron en medio YPD, de la cual se tomó una pequeña porción y se llevó a un tubo con solución fisiológica estéril hasta conseguir una concentración de 1×10^6 Lev / ml utilizando el tubo #5 de Mc Farland, con la ayuda de un hisopo impregnado de la solución anterior se colocó en placas de agar Mueller Hinton, y se realizó un estriado masivo, se esperó 5 a 10 minutos hasta secarse, y se colocaron sensibilizadores de Fluconazol (FCA) BIO RAD 50 μ g, Ketoconazol (KET) BIO RAD 50 μ g, Anfotericina B (AB) BIO RAD 100 μ g con pinzas esterilizadas previamente con alcohol, se colocó además un control con papel filtro más solución fisiológica, finalmente se presionaron los discos ligeramente sobre el agar para asegurar un contacto y se incubaron las placas de forma invertida por 48 a 72 h hasta su lectura para observar halos definidos según el inserto.

En el segundo método los ensayos de resistencia/susceptibilidad a los antifúngicos principalmente utilizados en la terapéutica, se realizaron utilizando el kit comercial ATB Fungus III de Biomeriux. Esta técnica se basa en galerías donde existen cúpulas con distintas concentraciones de los siguientes antifúngicos: 5-FC; AMB; ITR; FCA; VRC.

A partir de levaduras cultivadas en agar Dextrosa Sabouraud, se toma una porción del cultivo para realizar suspensiones de las distintas cepas con agua destilada estéril, igualando al tubo 2 del nefelómetro de McFarland, se transfirieron 20 ml a las ámpulas de medio que contiene el mismo kit mezclando suavemente, para inocular 135 ml en cada una de las cúpulas de la galería, posteriormente se incubó a 37°C por 24 horas, en cámara húmeda para evitar deshidratación de las muestras. Las lecturas se realizan a las 24 horas, indicando presencia o ausencia de turbidez. Si la cúpula presenta turbidez, la muestra

es resistente al antifúngico en cuestión con la concentración que marca dicha cúpula. La ausencia de turbidez pone de manifiesto la susceptibilidad al antifúngico a la concentración que se observa en la cúpula de la galería del kit (**Figura 2**).

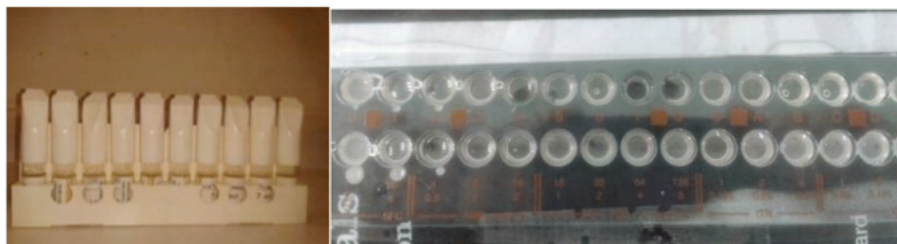


Figura 2. A la izquierda las ámpulas de medio del kit ATB Fungus III. Ala derecha una galería con sus cúpulas ya inoculadas y listas para tomar la lectura visual (presencia/ausencia turbidez) del mismo kit.

Con el inserto del kit (indicaciones) se determina la CMI que presentan las cepas, siendo la CMI aquella concentración del antifúngico donde se deja de observar crecimiento (turbidez); y con ayuda der tablas del CLSI referidas en el mismo inserto se concluye si la cepa es susceptible o resistente a ese antifúngico. En las pruebas de sensibilidad a antifúngicos se puede observar que todas las cepas aisladas de pacientes de las 3 especies evaluadas (*C. albicans*, *C. glabrata* y *C. tropicalis*) mostraron resistencia a diferentes azoles (**Tabla 1**). Así como también las cepas de referencia *C. albicans* CAF2 y *C. glabrata* ATCC2001. Solo la cepa de referencia *C. tropicalis* MYA3404 mostró sensibilidad a los fármacos probados.

Candida albicans													
Antifúngico \ Muestra	CAF2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ket	Rs	Rs	Rs	Se	Se	Rs	Se	Rs	In	Rs	In	Se	Se
Fca	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs
Ctr	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Rs	Rs	Se	Rs	In	In
AB	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se
Candida tropicalis													
Perfil de Sensibilidad o Resistencia													
Antifúngico \ Muestra	MYA 3404	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ket	Se	Se	Se	Se	Se	Rs	Se	Se	Se	In	Se	Se	Se
Fca	Se	Rs	Rs	Rs	Rs	Rs	Se	Se	Se	Se	Se	Re	Re
Ctr	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	In	In	In	Se	Re	Re
AB	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se

Candida glabrata													
Perfil de Sensibilidad o Resistencia													
Antifúngico \ Muestra	ATCC 2001	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ket	Rs	Se	Re	Re	In	Re	Se	Se	Rs	Se	Se	In	Se
Fca	Rs	Rs	In	In	Se	In	Se	Se	Rs	Se	Se	Re	Se
Ctr	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	In	Rs	Se	Se	In	In
AB	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Se	Rs	Se	Se	Se

Tabla 1. Resultados de sensibilidad a antifúngicos de cepas de *Candida* spp.

4 | CONCLUSIONES

Todos los cultivos de *C. glabrata*, *C. tropicalis* y *C. albicans* formaron biopelículas, y fueron sensible a anfotericina B, siendo sensibles a ketoconazol, fluconazol, clotrimazol la mayoría de los aislados.

REFERENCIAS

Adler-Moore, Jill, et al. "Preclinical Safety, Tolerability, Pharmacokinetics, Pharmacodynamics, and Antifungal Activity of Liposomal Amphotericin B." *Clinical Infectious Diseases*, vol. 68, no. Supplement_4, May 2019, pp. S244–59, doi:10.1093/cid/ciz064.

Arendrup, Maiken Cavling, and Thomas F. Patterson. "Multidrug-Resistant *Candida*: Epidemiology, Molecular Mechanisms, and Treatment." *The Journal of Infectious Diseases*, vol. 216, no. suppl_3, Aug. 2017, pp. S445–51, doi:10.1093/infdis/jix131.

Chandra, Jyotsna, and Pranab K. Mukherjee. "Candida Biofilms: Development, Architecture, and Resistance." *Microbiology Spectrum*, edited by Mahmoud Ghannoum et al., vol. 3, no. 4, July 2015, doi:10.1128/microbiolspec.MB-0020-2015.

de Barros, Patrícia Pimentel, et al. "Candida Biofilms: An Update on Developmental Mechanisms and Therapeutic Challenges." *Mycopathologia*, vol. 185, no. 3, June 2020, pp. 415–24, doi:10.1007/s11046-020-00445-w.

Duxbury, Sarah J. N., et al. "Evolution of Drug-Resistant and Virulent Small Colonies in Phenotypically Diverse Populations of the Human Fungal Pathogen *Candida Glabrata*." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 287, no. 1931, July 2020, p. 20200761, doi:10.1098/rspb.2020.0761.

Fidel, Paul L., et al. "Candida Glabrata : Review of Epidemiology, Pathogenesis, and Clinical Disease with Comparison to *C. Albicans*." *Clinical Microbiology Reviews*, vol. 12, no. 1, Jan. 1999, pp. 80–96, doi:10.1128/CMR.12.1.80.

Galán-Ladero, M. A., et al. "Determination of Biofilm Production by *Candida Tropicalis* Isolated from Hospitalized Patients and Its Relation to Cellular Surface Hydrophobicity, Plastic Adherence and Filamentation Ability." *Yeast*, vol. 30, no. 9, Sept. 2013, pp. 331–39, doi:10.1002/yea.2965.

Gulati, Megha, and Clarissa J. Nobile. "Candida Albicans Biofilms: Development, Regulation, and Molecular Mechanisms." *Microbes and Infection*, vol. 18, no. 5, May 2016, pp. 310–21, doi:10.1016/j.micinf.2016.01.002.

Jamal, Muhsin, et al. "Bacterial Biofilm and Associated Infections." *Journal of the Chinese Medical Association*, vol. 81, no. 1, Jan. 2018, pp. 7–11, doi:10.1016/j.jcma.2017.07.012.

Kumar, Kundan, et al. "Candida Glabrata: A Lot More Than Meets the Eye." *Microorganisms*, vol. 7, no. 2, Jan. 2019, p. 39, doi:10.3390/microorganisms7020039.

Kuse, Ernst-Rüdiger, et al. "Micafungin versus Liposomal Amphotericin B for Candidaemia and Invasive Candidosis: A Phase III Randomised Double-Blind Trial." *The Lancet*, vol. 369, no. 9572, May 2007, pp. 1519–27, doi:10.1016/S0140-6736(07)60605-9.

López, Karina, et al. "Mecanismos de Resistencia Antifúngica de Los Azoles En Candida." *Rev Biomed*, vol. 27, no. 490, 2016, pp. 127–36, <https://aulavirtual.unap.edu.pe/2020i/course/view.php?id=1464>.

Luo, Guizhen, and Thomas G. Mitchell. "Rapid Identification of Pathogenic Fungi Directly from Cultures by Using Multiplex PCR." *Journal of Clinical Microbiology*, vol. 40, no. 8, Aug. 2002, pp. 2860–65, doi:10.1128/JCM.40.8.2860-2865.2002.

Mayer, François L., et al. "Candida Albicans Pathogenicity Mechanisms." *Virulence*, vol. 4, no. 2, Feb. 2013, pp. 119–28, doi:10.4161/viru.22913.

McCarty, Todd P., et al. "Echinocandin Resistance among Candida Isolates at an Academic Medical Centre 2005–15: Analysis of Trends and Outcomes." *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, vol. 73, no. 6, June 2018, pp. 1677–80, doi:10.1093/jac/dky059.

McManus, Brenda A., and David C. Coleman. "Molecular Epidemiology, Phylogeny and Evolution of Candida Albicans." *Infection, Genetics and Evolution*, vol. 21, Jan. 2014, pp. 166–78, doi:10.1016/j.meegid.2013.11.008.

Mora Carpio, Andres L., and Antonette Climaco. "Fungemia Candidiasis." *StatPearls*, 2021, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28613783>.

Nett, Jeniel E., et al. "Host Contributions to Construction of Three Device-Associated Candida Albicans Biofilms." *Infection and Immunity*, edited by G. S. Deepe, vol. 83, no. 12, Dec. 2015, pp. 4630–38, doi:10.1128/IAI.00931-15.

Nucci, M., and K. A. Marr. "Emerging Fungal Diseases." *Clinical Infectious Diseases*, vol. 41, no. 4, Aug. 2005, pp. 521–26, doi:10.1086/432060.

ODDS, FRANK C. "Antifungal Agents: Their Diversity and Increasing Sophistication." *Mycologist*, vol. 17, no. 2, May 2003, pp. 51–55, doi:10.1017/S0269915X03002064.

Pappas, Peter G., et al. "Invasive Candidiasis." *Nature Reviews Disease Primers*, vol. 4, no. 1, June 2018, p. 18026, doi:10.1038/nrdp.2018.26.

Pemán, Javier, and Guillermo Quindós. "Aspectos Actuales de Las Enfermedades Invasoras Causadas Por Candida y Otros Hongos Levaduriformes." *Revista Iberoamericana de Micología*, vol. 33, no. 3, July 2016, pp. 133–39, doi:10.1016/j.riam.2015.10.001.

Pereira, R., et al. "Biofilm of *Candida Albicans* : Formation, Regulation and Resistance." *Journal of Applied Microbiology*, vol. 131, no. 1, July 2021, pp. 11–22, doi:10.1111/jam.14949.

Petrikkos, George, and Anna Skiada. "Recent Advances in Antifungal Chemotherapy." *International Journal of Antimicrobial Agents*, vol. 30, no. 2, Aug. 2007, pp. 108–17, doi:10.1016/j.ijantimicag.2007.03.009.

Queiroz-Telles, Flavio, et al. "Micafungin Versus Liposomal Amphotericin B for Pediatric Patients With Invasive Candidiasis." *Pediatric Infectious Disease Journal*, vol. 27, no. 9, Sept. 2008, pp. 820–26, doi:10.1097/INF.0b013e31817275e6.

Quiles-Melero, Inmaculada, and Julio García-Rodríguez. "Antifúngicos de Uso Sistémico." *Revista Iberoamericana de Micología*, vol. 38, no. 2, Apr. 2021, pp. 42–46, doi:10.1016/j.riam.2021.04.004.

Sandai, Doblin, et al. "Resistance of *Candida Albicans* Biofilms to Drugs and the Host Immune System." *Jundishapur Journal of Microbiology*, vol. 9, no. 11, Sept. 2016, doi:10.5812/jjm.37385.

Schlottfeldt, Fábio dos Santos, et al. "Prevenção Da Nefrotoxicidade Da Anfotericina B Por Meio Do Uso de Fitomedicamentos." *Revista Da Escola de Enfermagem Da USP*, vol. 49, no. spe, Dec. 2015, pp. 74–79, doi:10.1590/S0080-623420150000700011.

Seervai, Riyad N. H., et al. "Parasexuality and Ploidy Change in *Candida Tropicalis*." *Eukaryotic Cell*, vol. 12, no. 12, Dec. 2013, pp. 1629–40, doi:10.1128/EC.00128-13.

Silva, Sónia, et al. "*Candida* Species Biofilms' Antifungal Resistance." *Journal of Fungi*, vol. 3, no. 1, Feb. 2017, p. 8, doi:10.3390/jof3010008.

Stokes, C., et al. "Lower Filamentation Rates of *Candida Dubliniensis* Contribute to Its Lower Virulence in Comparison with *Candida Albicans*." *Fungal Genetics and Biology*, vol. 44, no. 9, Sept. 2007, pp. 920–31, doi:10.1016/j.fgb.2006.11.014.

Tronchin, Guy, et al. "Adherence Mechanisms in Human Pathogenic Fungi." *Medical Mycology*, vol. 46, no. 8, Jan. 2008, pp. 749–72, doi:10.1080/13693780802206435.

Tsui, Christina, et al. "Pathogenesis of *Candida Albicans* Biofilm." *Pathogens and Disease*, edited by Harry Mobley, vol. 74, no. 4, June 2016, p. ftw018, doi:10.1093/femspd/ftw018.

Verma-Gaur, Jiyoti, and Ana Traven. "Post-transcriptional Gene Regulation in the Biology and Virulence of *Candida Albicans*." *Cellular Microbiology*, vol. 18, no. 6, June 2016, pp. 800–06, doi:10.1111/cmi.12593.

Yapar, Nur. "Epidemiology and Risk Factors for Invasive Candidiasis." *Therapeutics and Clinical Risk Management*, Feb. 2014, p. 95, doi:10.2147/TCRM.S40160.

Zuza-Alves, Diana L., et al. "An Update on *Candida Tropicalis* Based on Basic and Clinical Approaches." *Frontiers in Microbiology*, vol. 8, Oct. 2017, doi:10.3389/fmicb.2017.01927.

SOBRE A ORGANIZADORA

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

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ação antibacteriana 3, 29
Alimentos fermentados 61, 62, 63, 64
Alpinia zerumbet 50, 51, 58, 59
Antifúngicos 82, 93, 97, 98, 99, 100, 101, 103
Application 11, 12, 24, 36, 46, 48, 51, 59, 81
Astrocaryum aculeatum 9, 27, 28, 29, 34
Avaliação físico-química 68, 73, 75
Avaliação microbiológica 68, 70, 71, 73, 74, 77, 79

B

Barras de cereais 68, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78
Biocatalisadores 11, 13, 14, 48
Biopelículas 93, 95, 96, 97, 98, 101
Biotechnology 24, 36, 46, 47, 48, 66, 90

C

Candida albicans 32, 81, 93, 94, 100, 102, 103
Candida glabrata 81, 93, 94, 95, 101, 102
Candida spp. 80, 81, 83, 93, 94, 96, 101
Candida tropicalis 81, 93, 94, 95, 100, 101, 103
Castanha-do-Brasil 68, 69, 70, 71, 74, 76, 77, 78, 79

E

Enzimas 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 32, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 56, 63, 95, 99
Enzymes 11, 12, 15, 24, 26, 34, 36, 47, 48
Escherichia coli 1, 2, 27, 28, 29, 59, 68, 69, 70, 71, 73, 74
Extratos metanólicos 1, 2, 3, 5, 6, 28, 29, 31, 33

F

Fungos 4, 18, 21, 24, 25, 37, 46, 50, 56, 61, 64, 71, 75, 78

I

Indústria alimentícia 11, 12, 18, 20, 21, 23, 42
Infecções 3, 20, 51, 52, 104

K

Klebsiella pneumoniae 1, 2, 27, 28, 29

L

Linhagens de bactérias 61

Lipase 16, 25, 36, 40, 41, 45, 46, 47, 48

M

MALDITOF 80, 81, 83, 84, 85, 86, 89

Microrganismos 3, 5, 6, 8, 14, 18, 20, 21, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 37, 44, 50, 54, 61, 62, 63, 64, 70, 71, 75, 77, 84

O

Óleo essencial 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59

P

Potencial antimicrobiano 50

Processos industriais 11, 12, 14, 20, 23

Pseudomonas aeruginosa 1, 2, 27, 28, 29, 41

S

Staphylococcus aureus 1, 2, 3, 27, 28, 29, 59, 65

T

Tucumã 9, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34

Turnera subulata 1, 2, 10





MICROBIOLOGIA:

Avanços através dos séculos e constante atualizações tecnológicas

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 


Ano 2021

MICROBIOLOGIA:

Avanços através dos séculos e constante atualizações tecnológicas

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora
Ano 2021