

Micologia: Fungos e/ou seus Metabólitos como Objeto de Estudo



Benedito Rodrigues da Silva Neto
(Organizador)

Micologia: Fungos e/ou seus Metabólitos como Objeto de Estudo

Benedito Rodrigues da Silva Neto
(Organizador)

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Camila Alves de Cremo

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

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. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª 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
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª 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
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
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
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
M619	<p>Micologia [recurso eletrônico] : fungos e/ou seus metabólitos como objeto de estudo / Organizador Benedito Rodrigues da Silva Neto. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-161-9 DOI 10.22533/at.ed.619200207</p> <p>1. Micologia. 2. Fungos. I. Silva Neto, Benedito Rodrigues da. CDD 589.2</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Micologia é o estudo de microrganismos eucariontes que possuem parede celular rígida, membrana e organelas, apresentando aspectos leveduriformes e/ou filamentos morfológicamente. Trata-se, portanto, de uma área de estudo ampla que atrai diversos pesquisadores em diferentes campos científicos, tecnológicos e industriais.

Sabemos que os fungos são microrganismos que possuem uma diversidade de características únicas que refletem em seu modo de vida, nas suas interações e na sua aplicabilidade. A grande maioria das espécies fúngicas ainda é um vasto campo de estudo para os micologistas, assim como suas características individuais e formas de desenvolvimento no ambiente ou no hospedeiro

O Brasil é uma referência em se tratando de estudos em micologia, principalmente na subárea que denominamos micologia médica, tanto pelos pesquisadores precursores quanto pela nova geração armada com as evoluções biotecnológicas e moleculares. O uso de estratégias biotecnológicas tem sido primordial na pesquisa com fungos. A vasta diversidade fúngica apresenta grande potencial, principalmente associada à estudos de aplicações biotecnológicas, como no campo ambiental, farmacêutico, industrial, agrícola, alimentício, genômico dentre outros.

É um privilégio organizar e compartilhar conhecimento na obra “Micologia: fungos e/ou seus metabólitos como objeto de estudo” publicada pela editora Atena, por se tratar de um material extremamente interessante e muito bem produzido por seus autores que evidencia essa área tão importante. Como pesquisador da área desejo que esse primeiro volume seja apenas o início e que desperte o interesse dos acadêmicos atraindo pesquisadores da micologia médica e áreas correlatas para publicação em novos volumes com esse foco.

Desejo à todos uma excelente leitura!

Benedito Rodrigues da Silva Neto

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A DISSEMINAÇÃO DA ESPOROTRICOSE ZONÓTICA PELO BRASIL E PELO NORDESTE BRASILEIRO: UMA REVISÃO INTEGRATIVA	
Jayane Omena de Oliveira Laís Nicolly Ribeiro da Silva Davi Porfírio da Silva Rodrigo José Nunes Calumby Rossana Teotônio de Farias Moreira	
DOI 10.22533/at.ed.6192002071	
CAPÍTULO 2	11
AÇÃO DE COMPOSTOS DE <i>Piper aduncum</i> L. NA INIBIÇÃO DA GERMINAÇÃO DE ESPOROS DE FUNGOS FITOPATOGÊNICOS DE HORTALIÇAS	
Ananda dos Santos Vieira Solange de Mello Vêras André Correa de Oliveira Rita de Cassia Saraiva Nunomura	
DOI 10.22533/at.ed.6192002072	
CAPÍTULO 3	22
ANTIFUNGAL ACTIVITY OF MUSHROOM (AGARICALES) EXTRACTS FOR CONTROL OF <i>Fusarium graminearum</i>	
Marina Giombelli Rosenberger Roberta Paulert Vagner Gularte Cortez	
DOI 10.22533/at.ed.6192002073	
CAPÍTULO 4	32
ATIVIDADES BIOLÓGICAS E PROSPECÇÃO QUÍMICA DE EXTRATOS DE FUNGOS ENDOFÍTICOS DE <i>Duroia macrophylla</i> HUBER (RUBIACEAE)	
Juliana Gomes de Souza Oliveira Cecilia Veronica Nunez	
DOI 10.22533/at.ed.6192002074	
CAPÍTULO 5	44
AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE LIPOLÍTICA DE <i>Monascus ruber</i> FRENTE AO RESÍDUO DE SORVETE	
Vitória Cristina Santiago Alves Emanuella Maria da Conceição Sarah Signe do Nascimento Thales Henrique Barbosa de Oliveira Luana Maria Cavalcanti Teixeira Hugo Marques Galindo Renata Aczza Alves Cândido Norma Buarque de Gusmão	
DOI 10.22533/at.ed.6192002075	
CAPÍTULO 6	47
AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE <i>Pleurotus eryngii</i> (DPUA 1816) A PARTIR DA BATATA-DOCE CASCA ROXA	
Cleudiane Pereira de Andrade Aldiane Passos de Oliveira	

Luana Araújo Martins
Rafael Lopes e Oliveira
Larissa de Souza Kirsch

DOI 10.22533/at.ed.6192002076

CAPÍTULO 7 58

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA SUSCEPTIBILIDADE DE *CANDIDA ALBICANS* AO FLUCONAZOL
UTILIZANDO DIFERENTES MEIOS DE CULTURA

Edinaira Sulany Oliveira de Sousa
Silviane Bezerra Pinheiro
João Vicente Braga de Sousa
Ana Cláudia Alves Cortez

DOI 10.22533/at.ed.6192002077

CAPÍTULO 8 60

CARACTERIZAÇÃO DE ESPÉCIES DE *Candida* ISOLADAS DA MUCOSA ORAL DE PACIENTES PRÉ E
PÓS-CIRURGIA PARA IMPLANTE DENTÁRIO

Eulélia Antônio de Barros
Vivianny Aparecida Queiroz Freitas
Andressa Santana Santos
Carolina Rodrigues Costa
Antonio Márcio Teodoro Cordeiro Silva
Milton Camplesi Junior
Fábio Silvestre Ataides

DOI 10.22533/at.ed.6192002078

CAPÍTULO 9 72

CRESCIMENTO DE *CRYPTOCOCCUS GATTII* EM MEIO DE CULTURA FEITO A PARTIR DE
SERRAPILHEIRA DO SOLO DA FLORESTA AMAZÔNICA

Silviane Bezerra Pinheiro
Edinaira Sulany Oliveira de Sousa
João Vicente Braga de Souza

DOI 10.22533/at.ed.6192002079

CAPÍTULO 10 74

ESTUDO SOBRE A DIVERSIDADE DE FUNGOS ZOOSPÓRICOS QUE OCORRERAM NO LAGO DO
PURAQUEQUARA, MANAUS, AMAZONAS

Jean Ludger Barthelemy
Maria Ivone Lopes Da Silva

DOI 10.22533/at.ed.61920020710

CAPÍTULO 11 98

FATORES DE VIRULÊNCIA DE LEVEDURAS DO GÊNERO *CANDIDA* EM CAVIDADE BUCAL E PRÓTESES
DENTÁRIAS DE IDOSOS DE UMA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE – TEFÉ – AM

Ellen Roberta Lima Bessa
Daniela Marinho da Silva
Giselle Diniz Guimarães da Silva
Fernando José Herkrath
Ormezinda Celeste Cristo Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.61920020711

CAPÍTULO 12 103

ISOLAMENTO DE FUNGOS FILAMENTOSOS E PADRONIZAÇÃO DO CULTIVO DO MICRO-ORGANISMO ISOLADO *Aspergillus* sp. MB 2.7 PARA PRODUÇÃO DE LIPASES

Mábilli Mitalli Correia de Oliveira

Adeline Cristina Pereira Rocha

Barbhara Mota Marinho

Vivian Machado Benassi

DOI 10.22533/at.ed.61920020712

CAPÍTULO 13 115

OCORRÊNCIA DE FUNGOS ASSOCIADOS AO TRATO DIGESTIVO DE ABELHAS SEM FERRÃO *Melipona seminigra* MERRILLAE COCKERELL, 1919

João Raimundo Silva De Souza

Melquiades De Oliveira Costa

Maria Ivone Lopes Da Silva

Carlos Gustavo Nunes Da Silva

DOI 10.22533/at.ed.61920020713

CAPÍTULO 14 123

INFLUÊNCIA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *CYMBOPOGON FLEXUOSUS* SOBRE A SUSCETIBILIDADE E FATORES DE VIRULÊNCIA DE LEVEDURAS DO COMPLEXO *CRYPTOCOCCUS NEOFORMANS*

Lucas Daniel Quinteiro de Oliveira

Lúcia Kioko Hasimoto e Souza

Maria do Rosário Rodrigues Silva

Benedito Rodrigues da Silva Neto

DOI 10.22533/at.ed.61920020714

CAPÍTULO 15 134

PRINCIPAIS MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO LABORATORIAL E DE AVALIAÇÃO DA SUSCEPTIBILIDADE ANTIFÚNGICA DE *Candida* sp.

Regiane Nogueira Spalanzani

Izabella Castilhos Ribeiro dos Santos-Weiss

DOI 10.22533/at.ed.61920020715

CAPÍTULO 16 149

SCREENING DE FUNGOS FILAMENTOSOS VOLTADO PARA A PRODUÇÃO DE ENZIMAS

Inaiá Ramos Aguiar

Mônica Stropa Ferreira-Nozawa

DOI 10.22533/at.ed.61920020716

CAPÍTULO 17 157

SELEÇÃO DE FUNGOS ENDOFÍTICOS PRODUTORES DE LIPASE

Vitória Cristina Santiago Alves

Fábio Figueiredo de Oliveira

Marcela Vanessa Dias da Costa

Sarah Signe do Nascimento

Joenny Maria da Silveira de Lima

Cristina Maria de Souza-Motta

DOI 10.22533/at.ed.61920020717

SOBRE O ORGANIZADOR..... 161

ÍNDICE REMISSIVO 162

INFLUÊNCIA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *CYMBOPOGON FLEXUOSUS* SOBRE A SUSCETIBILIDADE E FATORES DE VIRULÊNCIA DE LEVEDURAS DO COMPLEXO *CRYPTOCOCCUS NEOFORMANS*

Data de aceite: 01/06/2020

Lucas Daniel Quinteiro de Oliveira

Programa de Residência Multiprofissional em Saúde, Especialização em Urgência e Emergência, Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia – GO, Brasil.

Lúcia Kioko Hasimoto e Souza

Departamento de Microbiologia, Parasitologia, Imunologia e Patologia do Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública (IPTSP), Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia – GO, Brasil.

Maria do Rosário Rodrigues Silva

Departamento de Microbiologia, Parasitologia, Imunologia e Patologia do Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública (IPTSP), Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia – GO, Brasil.

Benedito Rodrigues da Silva Neto

Departamento de Microbiologia, Parasitologia, Imunologia e Patologia do Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública (IPTSP), Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia – GO, Brasil.

dr.neto@ufg.br

RESUMO: O complexo *Cryptococcus neoformans* compreende duas espécies, responsáveis por causar criptococose, sendo a principal manifestação a meningoencefalite em imunocomprometidos. Sua patogenicidade está relacionada aos fatores de virulência. O tratamento desta enfermidade é dificultado

devido aos fármacos apresentarem alta toxicidade, resistência do fungo e pouca eficiência terapêutica. Pesquisa com produtos naturais biologicamente ativos tem demonstrado que os óleos essenciais (OEs) apresentam importante atividade antifúngica. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a eficácia como antifúngico e ação sobre os fatores de virulência em espécies do complexo *C. neoformans* do óleo essencial de *Cytopogon flexuosus* (Capim limão). *C. flexuosus* reduziu o tamanho da cápsula em 48,7%, inibiu a produção de melanina, urease, fosfolipase e DNase em 30%, 30%, 25% e 15% respectivamente. Os dados demonstraram que os isolados não produziram proteinase e a atividade hemolítica foi reduzida em 45% para *C. flexuosus*. Os resultados enaltecem o potencial desse óleo essencial no tratamento da criptococose assim como na inibição dos fatores de virulência. Esses dados são promissores, sendo necessário pesquisas mais aprofundadas para o desenvolvimento um novo fármaco.

PALAVRAS-CHAVE: *Cryptococcus neoformans*, óleos essenciais, *Cytopogon flexuosus*, fatores de virulência.

INFLUENCE OF THE *CYBOPOGON FLEXUOSUS* ESSENTIAL OIL ON THE SUSCETIBILITY AND YEAST VIRULENCE FACTORS OF THE *CRYPTOCOCCUS NEOFORMANS* COMPLEX

ABSTRACT: The *Cryptococcus neoformans* complex comprises two species, responsible for causing cryptococcosis, the main manifestation of which is meningoencephalitis in immunocompromised individuals. Its pathogenicity is related to virulence factors. The treatment of this disease is difficult due to the fact that the drugs have high toxicity, resistance of the fungus and little therapeutic efficiency. Research with biologically active natural products has shown that essential oils (OEs) have important antifungal activity. Thus, the present study aimed to evaluate the efficacy as an antifungal and action on virulence factors in species of the *C. neoformans* complex of *Cytopogon flexuosus* (Capim lemon) essential oil. *C. flexuosus* reduced the size of the capsule by 48.7%, inhibited the production of melanin, urease, phospholipase and DNase by 30%, 30%, 25% and 15% respectively. The data demonstrated that the isolates did not produce proteinase and the hemolytic activity was reduced by 45% for *C. flexuosus*. The results highlight the potential of this essential oil in the treatment of cryptococcosis as well as in the inhibition of virulence factors. These data are promising and further research is needed to develop a new drug.

KEYWORDS: *Cryptococcus neoformans*, essential oils, *Cytopogon flexuosus*, virulence factors.

1 | INTRODUÇÃO

As leveduras do complexo *Cryptococcus neoformans* compreende por fungos altamente patogênicos, causadores de sintomas graves e evoluindo para lesões no sistema nervoso (SNC), este acometimento contribui para aumento da mortalidade (Chang & Kwon-Chung 1994; Durski et al. 2013; Meya et al. 2015 those with CM at day 0 (n = 40).

A infecção denominada de Criptococose é responsável por acometer de forma sistêmica e está relacionada com duas espécies: *Cryptococcus neoformans* e *Cryptococcus gattii* (Cogliati 2013). Esta infecção fúngica ocorre de forma inesperada e auxiliada por fatores de virulência específicos a exemplo da capsula polissacarídica, fosfolipase, uréase, proteinase, hemolisinas, melanina e Dnase favorecem a patogenia (Steinbach et al. 2007).

O diagnóstico da criptococose é realizado através de exames laboratoriais, usando técnicas de exame direto (ED), cultura, sorologia, diagnóstico molecular a partir de amostras do liquor, escarro, biopsia tecidual, lavado brônquico, sangue, urina, secreção prostática e amostra de medula (Mitchell & Perfect 1995; Gazzoni et al. 2008).

Atualmente o serviço de saúde utiliza alguns fármacos para conter a evolução da doença, entretanto nem sempre é suficiente para alcançar uma terapêutica eficaz, pois efeitos colaterais causados pela presença de toxicidade e resistência farmacológica

prejudicam a continuidade do tratamento, entre esses os principais antifúngicos prescritos são fluconazol, anfotericina B e itraconazol (Saag et al. 2000; Ellis 2002; Severo et al. 2009; Davis et al. 2015; Ravikant et al. 2015).

O gênero *Cymbopogon* pertence à família *Poaceae* e contém 140 espécies sendo encontradas por todas regiões do mundo e na Índia foram descritas cerca de 45 espécies. Esta planta em regiões de clima tropical e subtropical, espalhadas pela Ásia, África e pelas Américas, especificamente em regiões de solo montanhoso, arenosos e em pastagens (Padalia et al. 2011).

2 | METODOLOGIA

2.1 *C. flexuosus*

O óleo essencial de *C. flexuosus* armazenado na temperatura -4°C a fim de manter a integridade estrutural e conservar todos os compostos fitoquímicos. O OE foi preparado por solubilização em dimetilssulfoxido 0,1% (DMSO) e diluídos em meio Roswell Park Memorial Institute (RPMI) (Sigma, EUA), com glutamina e sem bicarbonato de sódio, tamponados a pH 7,0 com ácido morfolinopropanossulfônico (MOPS, Sigma Chemical). Para a realização dos experimentos foi utilizada a concentração final de 20000 µg/mL do OE e a partir desta foi desenvolvida uma solução inicial de 2048 µg/mL.

2.2 Inóculos

Os estudos foram realizados utilizando 20 isolados do complexo *C. neoformans* de origem clínica, entre esse duas cepas ATCC 90112 *C. neoformans* e ATCC24065 *C. gattii* pertencentes Micoteca do Laboratório de Micologia do IPTSP/UFG. Todos os isolados foram obtidos do líquido de pacientes com SIDA.

2.3 Avaliação da susceptibilidade *in vitro* para determinação da CIM e CFM

Para avaliação da atividade antifúngica, foi utilizada a metodologia de microdiluição em caldo padronizada pelo CLSI, mostrando que OE de *C. flexuosus* em 15 isolados de *C. neoformans* mostrou uma média da CIMs de 192 µg/ml, onde 53,8% apresentou 16 µg/ml. Além disso constatamos que as CFMs 320 µg/ml, demonstrando que 46,1% dos isolados de *C. neoformans* foram inibidos em 256 µg/ml.

Para 5 isolados de *C. gattii* observou-se CIMs de 72 µg/ml, sendo que 66,6% foram inibidos a 128 µg/ml e os dados obtidos para CFMs mostraram que na concentração de 128 µg/ml, não se observou crescimento em 50% dos isolados.

Os valores da CIM₅₀ foi de 128µg/ml e na CIM₉₀ foi 256µg/ml. Observamos que valores de CIM e CFM a ação do OE caracterizou pelo efeito fungistático em concentrações menores que 4 X CIM.

O OE *C. flexuosus* conseguiu apresentar ação antifúngica eficaz sobre as leveduras do complexo *C. neoformans*, no entanto devido a utilização de concentrações altas é sugestivo que sua ação seja caracterizada como moderada em relação a outros estudos.

3 | RESULTADOS

3.1 Cinética de crescimento microbiano

A observação do crescimento dos isolados de *Cryptococcus* foi analisada pela técnica de Klepser et al. 1997 & 1998, onde após ação do OE em diversas concentrações do OE e períodos de exposição é realizada a contagem de colônia formadas.

A ação do OE de *C. flexuosus* interagindo no crescimento das leveduras de *C. neoformans* ATCC 90112 demonstraram diminuição na contagem de colônias nas concentrações de 2 X CIM e 4 X CIM. Em uma concentração correspondente a 2 X CIM após 20 h, não se observou o crescimento de colônias, o mesmo ocorrendo após 6 horas submetidas à 4 X CIM.

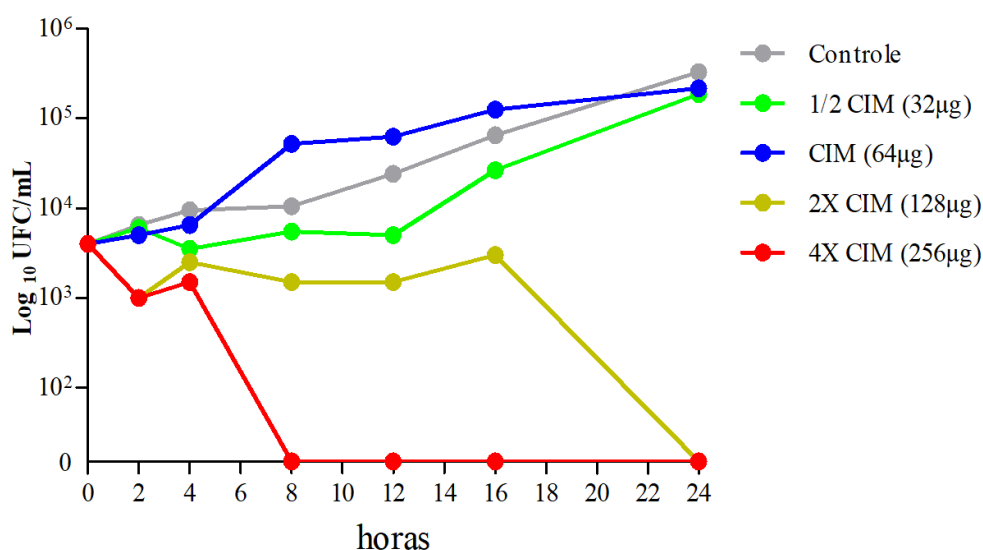


Figura 01 - Cinética de crescimento de *C. neoformans* sob diversas concentrações do OE de *C. flexuosus*.

Ação da *C. flexuosus* sob o crescimento da cepa de *C. gatti* ATCC 24065 demonstrou que 8 horas de exposição inibiu o crescimento total na concentração de 4XCIM. Quando submetido à concentrações inferiores, não houve inibição o crescimento do fungo

3.2 Formação da cápsula polissacarídica

A análise da formação de cápsula foi realizada através da metodologia de indução de cápsula padronizada por Zaragoza & Casadevall, 2004, onde utilizamos um meio indutor acrescido de OE em diversas concentrações para inoculação dos isolados de

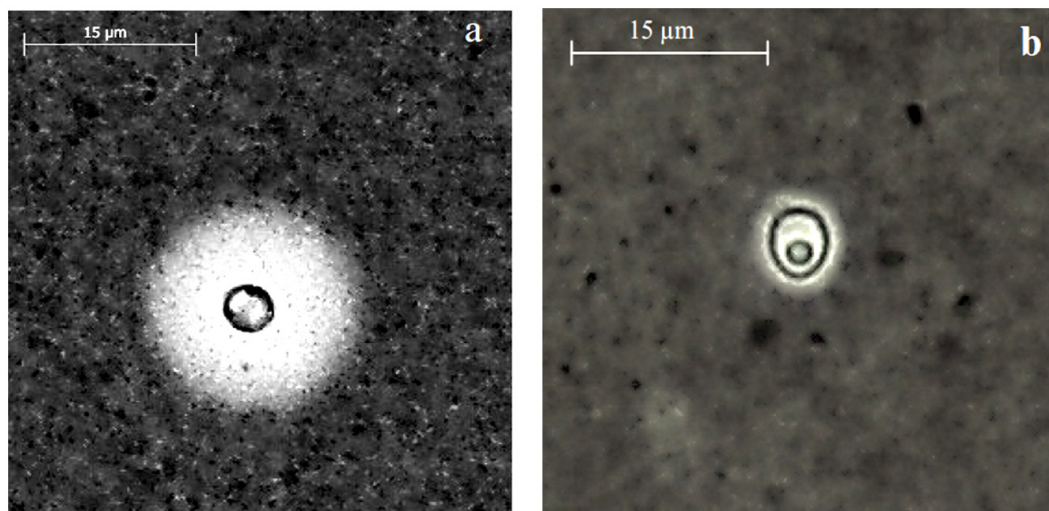


Figura 02 - Cápsula formada pelo isolado L2 de *C. neoformans* após exposição aos: (a) – controle positivo (b) *C. flexuosus* em tinta da nanquim (400X).

Foi observado que os isolados submetidos como controle positivo, meio contendo somente o indutor, apresentaram uma média de diâmetro capsular de $10,30\mu\text{m}$ enquanto no controle negativo usando somente Caldo *Sabouraud* dextrose 3% foi $4,72\mu\text{m}$.

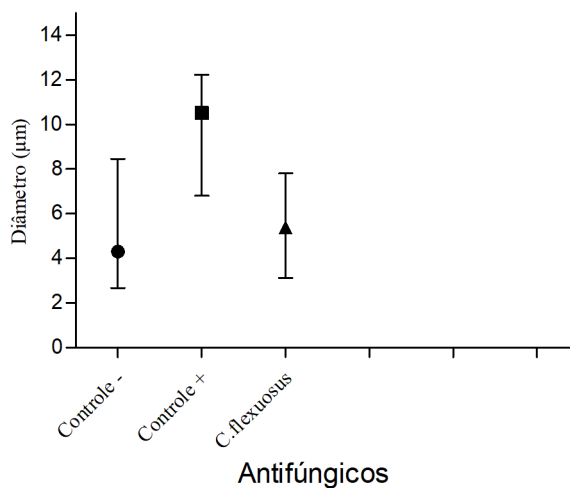


Figura 03 - Média dos diâmetros das cápsulas produzidas por isolados do complexo *C. neoformans* após ação do OEs de *C. flexuosus*, controle positivo (meio indutor) e controle negativo (CSD).

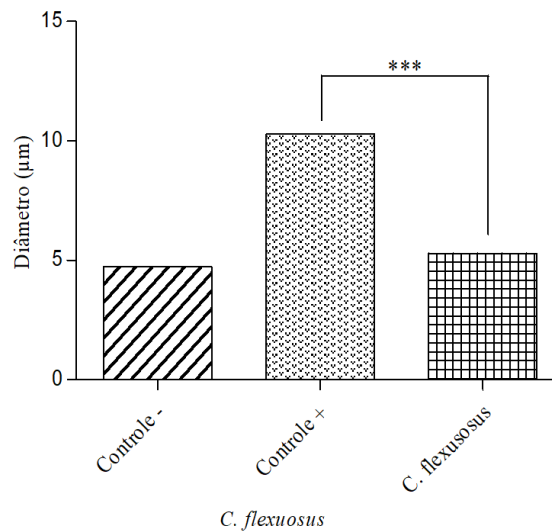


Figura 04 - Comparação dos resultados do diâmetro da cápsula de *C. neoformans* expostas ao OE de *C. flexuosus*, controle positivo e negativo.

No entanto ao realizar o teste usando o OE *C. flexuosus* mostrou variação do tamanho da capsula para 5,45 µm, esses valores demonstraram que houve uma redução significativa no diâmetro em comparação com o controle positivo ($p < 0,0001$).

3.3 Produção de melanina

A avaliação da capacidade de produção de melanina foi realizada com auxílio do método de Paliwal & Randhawa, 1978, usando o meio de cultura ágar niger como meio de cultura que favorecerá a formação do pigmento.

Analisando a ação do óleo de *C. flexuosus* utilizando a CIM em meio de cultura, observamos que após a inoculação das leveduras obtivemos resultados demonstrando inibição da produção em respectivamente 12 isolados.

3.4 Produção da uréase

O experimento para observação da ação da enzima foi realizado através da inoculação dos isolados em meio de cultura ureia de Christensen segundo Gomes et al. 2010 contendo o óleo analisado. Os testes com *C. flexuosus* mostrou que ao usar a CIM houve inibição da produção em 25 % dos isolados avaliados.

3.5 Atividade da fosfolipase

A observação da atividade da enzima foi analisada a partir da metodologia de crescimento em meio fosfolipase desenvolvida por Price et al. 1982. Onde foi possível detectar zonas de ação enzimática ao entrar em contato com o meio de cultura rico em lipídeos.

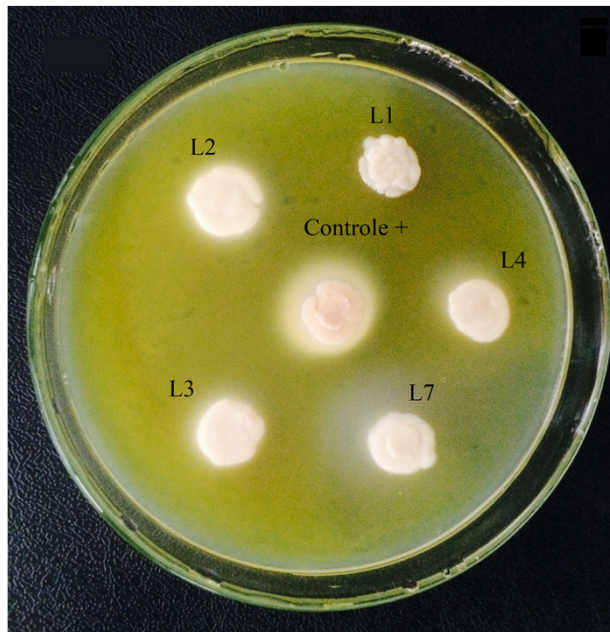


Figura 05 - Avaliação da atividade de fosfolipase com formação de halos precipitação dos isolados do complexo *Cryptococcus neoformans* e controle ATCC 90028 (*Candida albicans*) expostos a *C. flexuosus*.

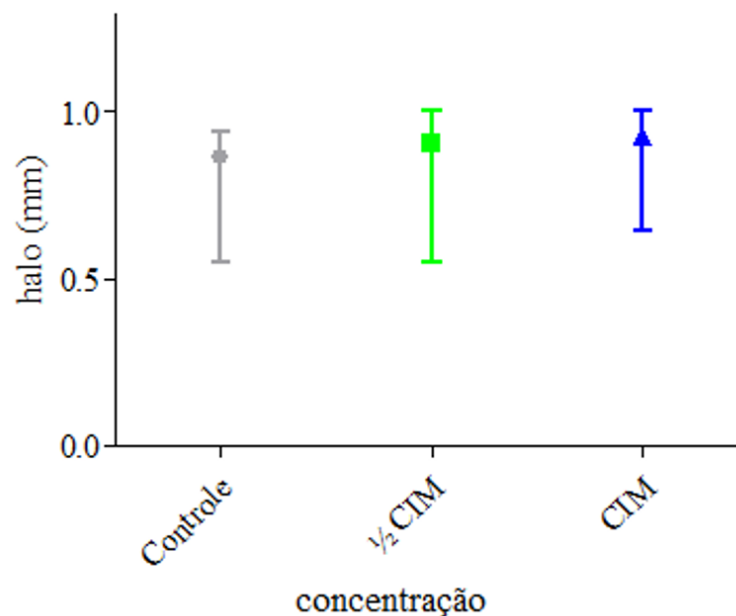


Figura 06 - Resultados da média dos valores da atividade enzimática dos isolados do complexo *C. neoformans* submetidos ao OE de *C. flexuosus*.

Os experimentos utilizando 1/2 CIM do OE de *C. flexuosus* mostrou que 10% dos isolados não demonstraram efeito da fosfolipase no meio de cultura, no entanto ao usarmos a CIM o percentual de redução alcançou 25%.

3.6 Atividade da proteinase

A proteinase foi avaliada pela técnica de Ruchel et al.1982, caracterizada pela utilização de um meio de cultura rico em albumina bovina poderá interagir com a enzima.

Os testes mostraram que as leveduras analisadas não apresentaram atividade desta enzima, sendo que o controle positivo com ATCC 90028 *C. albicans* foi característico para atividade enzimática.

3.7 Produção das Hemolisinas

Para determinação da presença das enzimas foi utilizada a técnica de Luo et al. 2001. Onde foi possível aferir a dimensão dos halos formados pela hemólise causada pela interação das leveduras com o meio de cultura rico a base sangue.

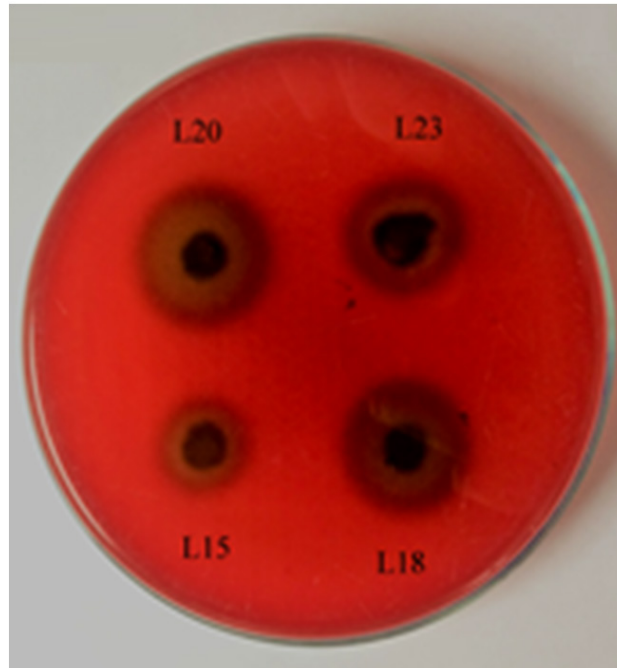


Figura 07 - Avaliação da atividade hemolítica em isolados do complexo *C. neoformans* após ação de OE de *C. flexuosus*.

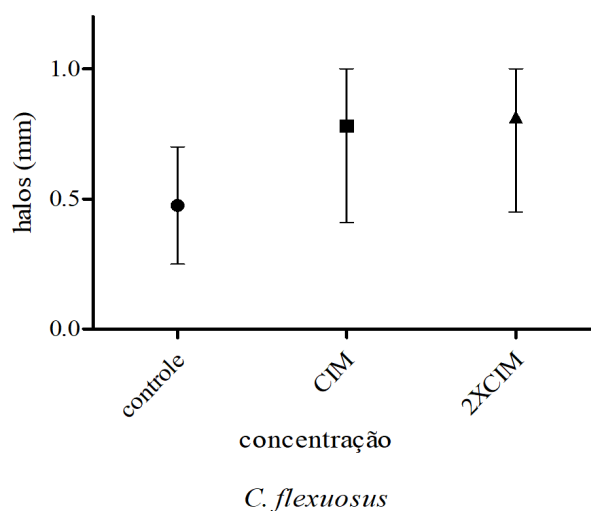


Figura 08 - Média dos resultados de atividade hemolítica dos isolados do complexo *C. neoformans* sob ação da CIM e 2 X CIM do OE *C. flexuosus*.

A presença da zona de hemólise indicou que o OE na CIM inibiu a atividade das hemolisinas em 45% dos isolados de *Cryptococcus*, valores demonstraram ser significativos ($p < 0,0001$) ao comparar com o controle negativo, na ausência do óleo, houve uma diferença significativa.

3.8 Produção da Dnase

O teste para analisar a produção de Dnase foi realizado em meio de cultura contendo ácido desoxirribonucleico 0,2% (Merk/Alemanha). Para observar a formação halos relacionado com atividade da enzima produzida pelos isolados.

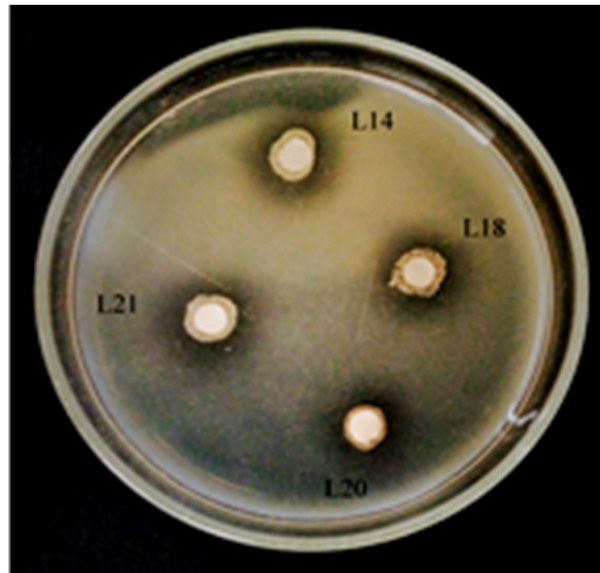


Figura 09 - Produção de DNase em isolados do complexo *C. neoformans*: (a) - Meio de cultura contendo CIM do OE de *C. flexuosus*.

Os valores da ação enzimática após submissão ao óleo na CIM, mostrou que 15% dos isolados não demonstraram halos característicos de atividade da Dnase. Correspondendo a média da variação dos halos de aproximadamente 0,6 mm, em comparação com o controle negativo na ausência de OE com valores de 0,5 mm houve presença da ação enzimática em todos os isolados $p=0,0427$.

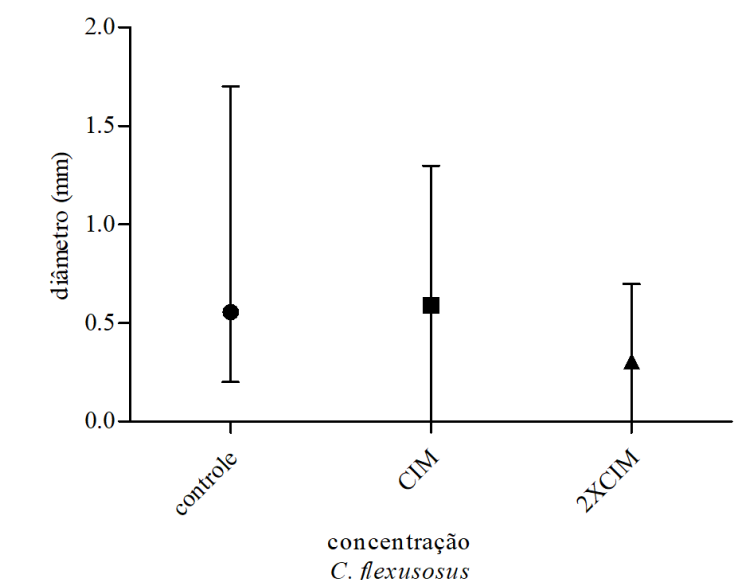


Figura 10 - Média de diâmetro dos halos resultante da ação da DNase em isolados de *C. neoformans* após ação do OE de *C. flexuosus*.

4 | CONCLUSÕES

Os experimentos mostraram *C. flexuosus* apresentaram ação antifúngica sobre as leveduras do complexo *C. neoformans*, apresentando ação fungicida em altas concentrações, especificamente acima de 4X CIM. Além disso foi observado a capacidade que o OE possui para comprometer a capacidade de formação da capsula polissacarídica. O efeito perante outros fatores foi satisfatório, quando se observa a interferência na produção da melanina em 60% dos isolados avaliados.

Foi constatado que a ação da uréase e fosfolipase foi inibida em 25% das leveduras analisadas. Valores para a atividade de hemolisinas foram mais expressivos e chegando a 45% de redução de hemólise. Também foi constatado que produção de Dnase apresentou pouca redução, onde somente 15% teve ausência da ação desta enzima. Perante os dados analisados, a ação do OE não foi percebida na avaliação da proteinase fúngica.

Os resultados relacionados a atividade deste OE mostraram atividade antifúngica considerável na interferência da produção de importantes fatores de virulência, tornando de grande importância a continuidade dos estudos.

REFERÊNCIAS

- Chang YC, Kwon-Chung KJ. Complementation of a capsule-deficient mutation of *Cryptococcus neoformans* restores its virulence. *Molecular and cellular biology*. 14: 4912–9, 1994.
- Cogliati M. Global Molecular Epidemiology of *Cryptococcus neoformans* and *Cryptococcus gattii*: An Atlas of the Molecular Types. *Scientifica*. 2013: 23, 2013
- Davis S, Vincent BM, Endo MM, Whitesell L, Marchillo K, Andes DR, Lindquist S, Burke M. Nontoxic antimicrobials that evade drug resistance. *Nature Chemical Biology*. 7; 481–487, 2015
- Durski KN, Kuntz KM, Yasukawa K, Virnig BA, Meya DB, Boulware DR. Cost-Effective Diagnostic Checklists for Meningitis in Resource-Limited Settings. *J AIDS-Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes*. 63: 1077-9450, 2013.
- Ellis D. Amphotericin B: spectrum and resistance. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 49: 7–10, 2002.
- Meya DB, Okurut S, Zziwa G, Rolfes MA, Kelsey M, Cose S, Joloba M, Naluyima P, Palmer BE, Kambugu A, Mayanja-Kizza H, Bohjanen PR, Eller MA, Wahl SM, Boulware DR., Manabe YC, Janoff EM. Cellular immune activation in cerebrospinal fluid from ugandans with cryptococcal meningitis and immune reconstitution inflammatory syndrome. *The Journal of infectious diseases*, 211: 1597–606, 2015
- Gazzoni AF, Pegas KL, Severo LC. Técnicas histopatológicas no diagnóstico de criptococose por *Cryptococcus* deficiente de cápsula: relato de caso. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 41: 76–78, 2008
- Gomes FS, sarmento DN, Santo EPTE, Silva SHM. Quimiotipagem e caracterização fenotípica de *Cryptococcus* isolados em Belém, Estado do Pará, Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*. 1: 43–49, 2010.
- Klepser ME, Ernst EJ, Ernst ME, Pfaller MA. Growth medium effect on the antifungal activity of LY 303366.

Diagnostic Microbiology and Infectious Disease. 29: 227–231, 1997.

Klepser ME, Ernst EJ, Ernst ME, Pfaller MA . Influence of test conditions on antifungal time-kill curve results: proposal for standardized methods. *Antimicrobial agents and chemotherapy*. 42: 1207–12, 1998.

Luo G, Samaranayake LP, Yau JYY. *Candida* species exhibit differential in vitro hemolytic activities. *Journal of Clinical Microbiology*, 39: 2971–2974, 2001.

Mitchell TG, Perfect JR. Cryptococcosis in the era of AIDS 100 years after the discovery of *Cryptococcus neoformans*. *American Society for Microbiology*, 8: 515–548, 1995

Padalia RC, Verma RS, Chanotiya CS, Yadav A. Chemical fingerprinting of the fragrant volatiles of nineteen Indian cultivars of *Cymbopogon spreng.* (Poaceae). *Records of Natural Products*, 5: 290–299, 2011.

Paliwal DK, Randhawa HS. Evaluation of a simplified *Guizotia abyssinica* seed medium for differentiation of *Cryptococcus neoformans*. *Journal of Clinical Microbiology*, 7: 346–348, 1978.

Price MF, Wilkinson AND, Gentry LO. Plate Method for Detection of Phospholipase Activity in *Candida Albicans*. *Sabouraudia*. 20: 7–14, 1982.

Ravikant KT, Gupte S, Kaur M. A Review on Emerging Fungal Infections and Their Significance. *J. Bacteriol. Mycol*, 1: 9–11, 2015

Rüchel R, Tegeler R, Trost M. A comparison of secretory proteinases from different strains of *Candida albicans*. *Medical Mycology*, 20: 233–244, 1982.

Saag MS, Graybill JR, Larsen RA, Pappas PG, Perfect, J R, Powderly WG, Sobel JD, Dismukes WE Practice guidelines for the management of cryptococcal disease. Infectious Diseases Society of America. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 30: 710–718, 2000.

Severo CB, Gazzoni AF, Severo LC. Criptococose pulmonar. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 35; 1136–1144, 2009.

Steinbach WJ , Reedy JL, Cramer RA , Perfect JR, Heitman J. Harnessing calcineurin as a novel anti-infective agent against invasive fungal infections. *Nature reviews. Microbiology* , 5: 418–430, 2007.

Zaragoza O, Casadevall A. Experimental modulation of capsule size in *Cryptococcus neoformans*. *Biological procedures online*, 6: 10–15, 2004.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abelhas sem ferrão 10, 114, 115, 116, 118, 119, 121

Água 14, 15, 17, 35, 36, 37, 45, 51, 63, 64, 72, 74, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 94, 96, 102, 104, 105, 106, 107, 117, 157

Alternative control 22

Amazônia 20, 21, 32, 33, 42, 58, 72, 73, 74, 76, 97, 101, 114, 115, 120, 121

Antagonismo 12

Antifúngica 10, 16, 19, 21, 22, 23, 43, 59, 62, 70, 122, 124, 125, 131, 133, 135, 136, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145

Aspergillus 10, 23, 24, 27, 102, 103, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 118, 119, 148, 149, 152, 154, 155, 157, 159

Atividade enzimática 44, 46, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 102, 104, 105, 109, 110, 128, 151

B

Basidiomycota 22, 23

Bioautografia 11, 12, 14, 16, 17, 18, 19

Bioprospecção 102, 113, 148, 150

Biotecnologia 21, 33, 44, 57, 102, 103, 114, 151, 154, 156, 157, 158, 160

C

Candida spp. 61, 62, 63, 68, 69, 71, 97, 98, 99, 100, 145, 146

Candidíase oral 61, 68, 71, 98

Cogumelo 48, 49, 51, 53

Cryptococcus gattii 9, 72, 73, 123, 131

Cryptococcus neoformans 10, 72, 73, 122, 123, 131, 132

Cultivo submerso 32, 35, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 106

Cytopogon flexuosus 122, 123

D

Diversidade 7, 9, 33, 34, 41, 74, 76, 80, 89, 93, 94, 95, 96, 116, 149

E

Enzimas 10, 44, 45, 49, 54, 60, 66, 68, 69, 99, 102, 103, 111, 112, 113, 129, 138, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 158

Esporotricose 8, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Essential oils 21, 123

Extrato aquoso 11, 12, 55

F

Fatores de virulência 9, 10, 60, 62, 68, 69, 70, 97, 98, 99, 101, 122, 123, 131

Fluconazol 9, 58, 60, 61, 64, 67, 68, 69, 124, 141, 142

Fontes nutricionais 48, 50

Fungos 2, 7, 8, 9, 10, 2, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 32, 33, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 49, 54, 57, 73, 74, 75, 77, 93, 94, 95, 96, 99, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 123, 134, 137, 145, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 156, 157, 158, 160

Fungos endofíticos 8, 10, 20, 32, 33, 35, 37, 38, 41, 42, 43, 156, 157

Fungos filamentosos 10, 73, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 114, 137, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 156, 157

Fusariosis 22, 23, 29

G

Gatos domésticos 1, 6, 7

I

Idosos 9, 97, 98, 99, 101

Infecções fúngicas 10, 62, 68, 133, 134, 135, 140

Intestino 114, 115, 116, 117, 119

L

Lipase 10, 44, 45, 46, 102, 103, 105, 106, 109, 110, 111, 112, 113, 155, 156, 157, 158, 159

M

Metabolismo secundário 33

N

Natural products 22, 23, 30, 41, 42, 123, 132

Nordeste brasileiro 8, 1, 8, 9

P

Pectinases 148, 149, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157

Phytopathogen 22, 24, 27, 29

R

Resíduos agroindustriais 44, 148, 156

Resistência fúngica 61

S

Solo 9, 2, 3, 7, 13, 21, 72, 74, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 96, 124

Susceptibilidade antifúngica 133, 142, 143, 145

T

Transmissão zoonótica 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9

V

Virulence factors 61, 71, 98, 101, 123

Z

Zoospóricos 9, 74, 75, 76, 80, 93, 94, 95, 96

 **Atena**
Editora

2 0 2 0