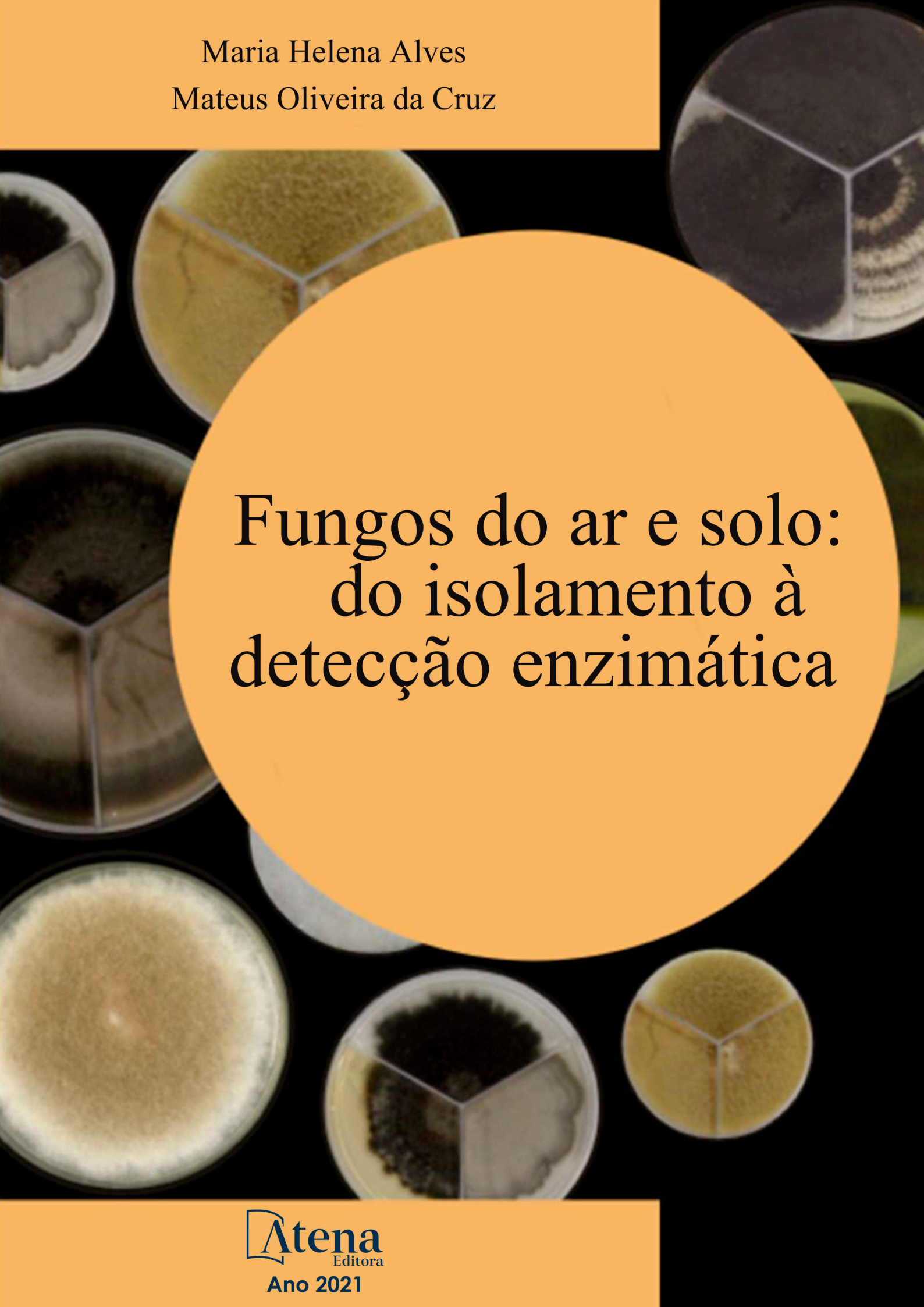



Maria Helena Alves
Mateus Oliveira da Cruz

The background of the cover is a collage of several petri dishes containing different types of fungal cultures. The cultures show various colors and textures, including white, yellow, green, and dark brown. Some dishes are divided into sections, likely for different media or conditions. A large, semi-transparent orange circle is centered over the dishes, containing the title text.

Fungos do ar e solo: do isolamento à detecção enzimática

Maria Helena Alves
Mateus Oliveira da Cruz

The background of the cover is a collage of several petri dishes containing various fungal cultures. The dishes are arranged in a circular pattern around a central white circle. The cultures show different growth patterns, including radial, concentric, and sectorial growth, with varying colors and textures. The central white circle contains the title text.

Fungos do ar e solo: do isolamento à detecção enzimática

Editora Chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira
Bruno Oliveira
Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo
Camila Alves de Cremona
Luiza Alves Batista
Maria Alice Pinheiro

Capa 2021 by Atena Editora

Mateus Oliveira da Cruz Copyright © Atena Editora

Edição de Arte Copyright do Texto © 2021 Os autores

Luiza Alves Batista Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Revisão Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora
Os Autores pelos autores.



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
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
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
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 – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
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
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
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 Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª 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. 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. 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
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

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. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eiel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atílio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará

Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
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
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
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 Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
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. Lillian 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. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
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. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Fungos do ar e do solo: do isolamento à detecção enzimática

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Mateus Oliveira da Cruz
Correção: Luiza Alves Batista
Edição de Arte: Os Autores
Organizadores: Maria Helena Alves
Mateus Oliveira da Cruz

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F981 Fungos do ar e do solo: do isolamento à detecção enzimática / Organizadores Maria Helena Alves, Mateus Oliveira da Cruz. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-737-6

DOI 10.22533/at.ed.376212201

1. Fungos. 2. Fungos anemófilos. 2. Aspergillus.
3. Cladosporium. I. Alves, Maria Helena
(Organizadora). II. Cruz, Mateus Oliveira da
(Organizador). III. Título.

CDD 579.5

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.

SOBRE OS AUTORES



Maria Helena Alves

Doutora em Ciências Biológicas na área de Botânica subárea Micologia pela Universidade de São Paulo. Professora associada III da Universidade Federal do Piauí, colaboradora da Universidade Federal do Delta do Parnaíba.



Mateus Oliveira da Cruz

Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí. Mestrando do Programa de Pós-graduação em Biologia de Fungos da Universidade Federal de Pernambuco.



Ana Beatriz dos Santos Morais

Graduanda em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí.



Clélia de Paula da Silva Costa

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí.



Diogo Xavier Lima

Doutor em Biologia de Fungos pela Universidade Federal de Pernambuco.



Jéssica Soares Barbosa

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí.



Maria de Fátima Dutra Freitas

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí.

Prefácio

Este livro traz uma coletânea de trabalhos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa da Dra. Maria Helena Alves abordando aspectos importantes sobre os fungos, organismos extremamente importantes devido, dentre outros aspectos, à sua diversidade, interações com o ecossistema, potencial biotecnológico e características bioquímicas e fisiológicas, entre outras.

As pesquisas abordam estudos realizados com fungos isolados do ar, devido à importância destes microrganismos na qualidade do ar dos ambientes fechados e fungos isolados do solo, “habitat” extremamente rico e complexo, o qual induz os espécimes a expressarem suas “capacidades” enzimáticas, considerando sua “função” de decompositores (juntamente com as bactérias), no ciclo da matéria orgânica.

Assim, o conteúdo aqui abordado contribui significativamente para o conhecimento científico sobre os fungos no Brasil além de estimular o desenvolvimento de outras pesquisas neste contexto.

Deixo aqui os parabéns aos autores dos capítulos que abordaram o assunto de forma clara, objetiva e com literatura atual, alcançando resultados significativos para os interessados em estudos que envolvem os fungos do ar e do solo, enfatizando a detecção de enzimas.

Aos interessados por esta obra tenham uma ótima leitura.

Dra. Kaoru Okada
PhD em Medicina/Microbiologia

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
Análise dos fungos filamentosos ocorrentes no ar em setores internos e climatizados de uma universidade do estado do Piauí, Brasil	
Mateus Oliveira da Cruz	
Maria Helena Alves	
DOI 10.22533/at.ed.3762122011	
CAPÍTULO 2	19
Efeito da temperatura e pH na detecção de amilases e celulases por táxons de <i>Aspergillus</i> isolados do ar	
Mateus Oliveira da Cruz Diogo	
Xavier Lima	
Jéssica Soares Barbosa	
Ana Beatriz Sousa Morais	
Maria Helena Alves	
DOI 10.22533/at.ed.3762122012	
CAPÍTULO 3	38
Atividade amilolítica de <i>Aspergillus</i> (Eurotiales, Aspergillaceae) isolado do solo no Norte do Piauí	
Mateus Oliveira da Cruz	
Maria de Fátima Dutra Freitas	
Maria Helena Alves	
DOI 10.22533/at.ed.3762122013	
CAPÍTULO 4	56
Análise enzimática de <i>Rhizopus</i> Ehrenb. (Mucorales, Mucoraceae) isolado de solo em Parnaíba, Piauí	
Mateus Oliveira da Cruz	
Clélia de Paula da Silva Costa	
Maria Helena Alves	
DOI 10.22533/at.ed.3762122014	
CAPÍTULO 5	71
Caracterização enzimática de táxons de Mucoromycota e Mortierellomycota (Mucoromyceta) isolados do solo no Piauí	
Mateus Oliveira da Cruz	
Clélia de Paula da Silva Costa	
Maria Helena Alves	
DOI 10.22533/at.ed.3762122015	

Capítulo 1

Análise dos fungos filamentosos ocorrentes no ar em setores internos e climatizados de uma universidade do estado do Piauí, Brasil

Mateus Oliveira da Cruz
Maria Helena Alves

RESUMO

Propágulos fúngicos existentes no ar de ambientes internos podem servir como um alerta à saúde, devido ao aumento populacional de pessoas com problemas respiratórios e sistema imunológico debilitado. Este estudo objetivou analisar os fungos filamentosos presentes no ar em três setores internos e climatizados de uma universidade do estado do Piauí, Brasil. Os setores analisados foram: Laboratório de Botânica (Setor 1), Herbário (Setor 2) e Biblioteca (Setor 3), nos quais foram realizadas três coletas em Novembro/2017, Fevereiro/2018 e Maio/2018, considerando o método da técnica de exposição de placas abertas contendo meio de cultura específico, Ágar Rosa de Bengala. O isolamento para a identificação dos fungos foi realizado em meio Ágar Extrato de Malte (MEA) e para a identificação considerou-se as referências clássicas. Como resultado, observou-se o desenvolvimento de 234 Unidades Formadoras de Colônias-UFCs, onde o Setor 2 apresentou um percentual maior de colônias. Destas foram identificados 10 gêneros compreendendo 17 táxons, dentre os quais, *Aspergillus* P. Micheli e *Cladosporium* Link demonstraram maior representatividade, 41% e 11%, respectivamente. Quanto à

comunidade fúngica por coleta, observou-se que as de número 2 e 3 apresentaram similaridade, assim como os setores 1 e 2. O presente estudo torna-se um alerta às pessoas que possuem, frequentemente, problemas respiratórios e/ou sistema imunológico debilitado e que ocupam setores como os analisados nesse trabalho, isso devido ao isolamento de fungos como *Aspergillus fumigatus* e *Aspergillus flavus*, espécies altamente oportunistas. A higienização dos utensílios como móveis, ar condicionado e limpeza de interiores, em ambientes fechados, são os métodos mais simples e eficazes para o controle de propágulos fúngicos. Gráficos, tabelas e dendrogramas são apresentados para melhor exposição dos resultados.

PALAVRAS-CHAVE: Fungos anemófilos; *Aspergillus*; *Cladosporium*.

1. INTRODUÇÃO

Os fungos são organismos indispensáveis na natureza onde desempenham várias funções além da ciclagem de carbono e nitrogênio. Considerando as diversas formas estruturais, modo de vida e reprodução, estimam-se em cerca de 2.2 a 3.8 milhões de espécies de fungos (HAWKSWORTH; LUCKING, 2017). O emprego dos fungos tem se estendido a vários setores, como indústria, agricultura e farmácia. No entanto, mesmo que muitos desses microrganismos apresentem benefícios ao homem, alguns fungos apresentam a capacidade de infectar o corpo humano, causando desde uma leve irritação na pele, devido ao contato com metabólitos secundários, até uma micose generalizada, isso por conta da propagação de estruturas fúngicas no organismo (TORTORA et al., 2017).

Na micologia médica, menciona-se, artificialmente, as designações fungos patogênicos e fungos oportunistas, estando esta classificação relacionada com a capacidade imunológica do indivíduo (MERKHOFFER; KLEIN, 2020). O ser humano, a todo momento, encontra-se exposto a fungos que podem causar doenças, isso porque o ar é um dos meios de dispersão de propágulos fúngicos, principalmente os esporos. Assim, os propágulos fúngicos que estão suspensos no ar, dos denominados fungos anemófilos, apresentam riscos para as pessoas com problemas alérgicos e patologias respiratórias, principalmente em pessoas imunodeficientes (BONGOMIM et al., 2017; MERKHOFFER; KLEIN, 2020). Em 2019, Barnes aponta que mais de 5% da população em geral, incluindo indivíduos atópicos e não atópicos, possuem sensibilização a fungos.

Aspergillus P. Micheli, *Alternaria* Nees, *Cladosporium* Link e *Penicillium* Link são gêneros que têm sido apresentados como os fungos de maior risco a humanos (CHAUDHURI et al., 2019). Por exemplo, *Aspergillus fumigatus* Fresen. é um fungo que tem o solo como substrato primário, mas que se adaptou em ambientes hostis, adquirindo a capacidade de resistir aos mecanismos de defesa do corpo humano. Também é considerado o fungo anemófilo de maior potencial patogênico sendo a aspergillose um grande problema de saúde no decorrer dos anos (LATGÉ; CHAMILOS, 2020).

O perfil de fungos anemófilos tem sido estudado em ambientes externos, onde são explorados dados meteorológicos e de dispersão dos propágulos fúngicos (ODEBODE et al. 2020), bem como a análise microbiológica do ar, em ambientes hospitalares, devido a maior sensibilização dos pacientes internados (PEREIRA; CRUZ; ALVES, 2020). Por conta do aumento de pessoas com problemas respiratórios e imunocomprometidos, os fungos são apresentados como grandes agentes de infecções (MADHWAL et al., 2020). A análise de fungos anemófilos em ambientes internos de estudo de ampla frequência, como escolas e universidades (FU et al., 2020; ZONI et al., 2020), também têm sido realizada.

No Brasil, Sobral et al. (2017) isolaram e identificaram fungos do ar de setores da Universidade Federal de Pernambuco e estudo semelhante, no Centro Vocacional Tecnológico (CVT) de Tauá, Estado do Ceará, foi realizado por Moura et al. (2013) e, também na Universidade Estadual do Ceará, por Pantoja et al. (2007). Para o estado do Piauí, fungos anemófilos foram isolados por Mobin e Solmito (2006) em um hospital de Teresina e, mais recentemente, em Parnaíba, norte do estado, Pereira, Cruz e Alves (2020) avaliaram a micobiota fúngica do ar de três setores de uma instituição pública de saúde.

Diante do exposto, este estudo objetivou avaliar os fungos da aeromicrobiota de três setores climatizados da Universidade Federal do Delta do Parnaíba, situada no Norte do Piauí, Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A verificação da presença de fungos anemófilos teve, como área de estudo, três setores climatizados da Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPar): Laboratório de Botânica, Herbário e Biblioteca, classificados neste manuscrito, como Setor 1, Setor 2 e Setor 3, respectivamente. Em cada setor foram realizadas três coletas durante os meses de Novembro/2017, Fevereiro/2018 e Maio/2018. Sendo fevereiro e maio os meses do período chuvoso, com menor e maior ocorrência de chuvas, respectivamente, e novembro, mês não chuvoso.

Para a coleta dos propágulos fúngicos foi adotado a metodologia clássica abordada por Lacaz (1998), onde as placas de Petri, contendo o meio de cultura Ágar Rosa de Bengala (RBA), foram expostas durante 15 minutos a uma altura de 1,5 metros do chão. Em seguida, as placas foram fechadas e vedadas com parafilme e/ou papel filme e levadas para o Laboratório de Micologia da UFDPar, sendo incubadas sob temperatura ($28 \pm 2^\circ\text{C}$) e luminosidade ambientes. A observação do desenvolvimento das culturas fúngicas se deu a cada 24 horas durante cinco dias. O isolamento e armazenamento das colônias para a identificação foi realizado em meio de cultura Ágar Extrato de Malte (MEA). Cada coleta foi carregada em triplicata.

A identificação das Unidades Formadoras de Colônia (UFCs) foi verificada tomando por base as características macro e micromorfológicas dos fungos por comparação com o auxílio da literatura especializada. Quanto às características macromorfológicas, analisou-se tamanho, forma, textura e cor do verso e reverso das UFCs nos meios de cultivo Ágar Czapek (CZA), Ágar Extrato de Malte (MEA) e Ágar Sabouraud (SA), sob incubação de temperatura ($28 \pm 2^\circ\text{C}$) e luminosidade ambientes e estudados após 5 ou 7 dias de inóculo.

À análise micromorfológica, seguiu-se a técnica de Ridell (1950), conhecida como cultura em lâminas, para a melhor observação das microestruturas vegetativas e reprodutivas dos microrganismos, tendo o auxílio de um microscópio de luz Leica DM2000 focando nas objetivas de 40X, 80X e 100X. Azul de lactofenol foi usado para evidenciar as microestruturas fúngicas. Para a identificação e comparação dos táxons, foram adotadas as referências propostas por Pereira, Cruz e Alves (2020), Bensch et al. (2018), Tan et al. (2018), Yilmaz et al. (2014), Houbraken et al. (2011), Kimura et al. (2009), Zheng et al. (2007), Klich e Pitt (1988), Gams et al. (1984) e Ellis (1971).

Análises de estatística descritiva quantitativa como média e desvio padrão, bem como a comparação de médias (ANOVA) pelo teste de Tukey ($p = 0,05$), foram realizadas com o auxílio do programa estatístico BioEstat (5.3). A frequência de ocorrência (FO) dos táxons foi estimada de acordo com a equação $FO = J_i/k$, onde J_i é o número de amostras nas quais o táxon i ocorreu e K = número total de amostras. De acordo com esta equação, cada táxon foi classificado como: muito frequente ($> 10\%$), frequente (5-10%), pouco frequente (1-5%), ou rara ($< 1\%$) (HYDE; SARMA, 2001). A abundância relativa (AR) de cada táxon foi calculada aplicando-se a equação $AR = (N_i/N) \times 100$, onde N_i = número de Unidade Formadora de Colônia (UFC) do táxon i e N = número total de UFC. A comparação das comunidades fúngicas entre os locais e meses de coleta foi analisado através do índice de similaridade (ANOSIM) qualitativa de Jaccard (1908) e quantitativa de Bray-Curtis (1957), sendo a matriz de similaridade representada graficamente através da ordenação não métrica por escalonamento multidimensional (MDS), usando o programa bioestatístico Past (4.02).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das 234 UFCs foram identificados 17 táxons distribuídos entre 10 gêneros: *Aspergillus* P. Micheli, *Cladosporium* Link, *Curvularia* Boedijn, *Engyodontium* de Hoog, *Nigrospora* Zimm, *Paecilomyces* Bainier, *Penicillium* Link, *Rhizomucor* Lucet & Costantin, *Rhizopus* Ehrenb e *Talaromyces* C.R. Benj.) e um não esporulado, como demonstra a tabela 1.

Dentre as 234 UFCs, somando as três coletas, foi verificado que o setor 2 apresentou maior número de UFCs (141), seguido pelo Setor 1 e Setor 3, contabilizando com o fungo não esporulado, com 63 e 30 UFCs, respectivamente. As médias do número de UFCs apresentadas por setores e coletas não apresentaram diferenças significativas, segundo o teste de Tukey, onde o valor de $p = 0,55$, foi maior que 0,05, valor mínimo necessário para diferença significativa, como demonstra a tabela 1.

Com relação aos isolados, *Penicillium citrinum* apresentou maior abundância (AR= 44,8%), apresentando 105 UFCs, sendo considerada como muito frequente (FO = 40,0%). *Engyodontium* sp. (AR= 19,6%) e *Aspergillus flavus* (AR= 6,8%) estiveram posicionados como segundo e terceiro táxons de maior abundância, respectivamente, considerados muito frequente (FO= 37,0%) (Tabela 1). *Engyodontium* sp. apresentou 46 UFCs e *Aspergillus flavus*, 16 UFCs, enquanto os demais táxons apresentaram AR igual ou menor que 5,5%. Juntamente com os táxons acima citados, *Aspergillus foetidus*, *A. fumigatus*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. Herbarum*, *Paecilomyces variotii*, *Rhizomucor pusillus* e *Talaromyces purpurogenus* foram considerados muito frequentes. *Aspergillus oryzae* foi o único táxon classificado como frequente e *Aspergillus japonicus* var. *japonicus*, *Aspergillus* sp. 1, *Aspergillus* sp. 2, *Curvularia brachyspora*, *Nigrospora sphaerica* e *Rhizopus arrhizus* var. *tonkinensis* foram considerados pouco frequentes. Nenhum táxon foi considerado raro neste estudo. Entre as 234 UFCs, duas colônias apresentaram fungos não esporulados (Tabela 1).

A presença de fungos no ar é algo comum já que através do ar ocorre a dispersão mais comum dos propágulos fúngicos entre um substrato e outro. A ocorrência de doenças causadas por esses propágulos está intrinsicamente relacionada com o quadro clínico das pessoas (MERKHOFFER; KLEIN, 2020). Neste estudo, o número de UFCs não apresentou diferença significativa entre os setores e coletas, todavia, como apresentado na tabela 1, alguns táxons apresentaram maior ocorrência em uma determinada coleta. Mori et al. (2019) demonstraram que a sazonalidade é um fator que influencia na concentração de fungos no ar, fazendo com que a ocorrência das espécies apresente diferença entre os meses.

No decorrer da identificação taxonômica, foi possível realizar a análise da morfocultura de *Aspergillus foetidus* Thom & Rapen, *A. japonicus* Saito var. *japonicus*, *A. oryzae* (Ahlb.) Cohn, *Curvularia brachyspora* Boedijn, *Aspergillus* sp.1, *Aspergillus* sp. 2, *Nigrospora sphaerica* (Sacc.) E.W. Mason, *Paecilomyces variotii* Bainier, *Talaromyces purpurogenus* (Stoll) Samson, Yilmaz, Frisvad & Seifert e *Penicillium citrinum* Thom em diferentes meios de cultivo, como apresentado na figura 1, servindo como base para a identificação, visto que, diferenças como tamanho, textura e coloração das colônias foram observadas.

A comparação morfocultural de fungos em diferentes meios de cultivo, como realizada com alguns táxons neste estudo, é apresentada em estudos como de Ferrati et al. (2018) e Visagie et al. (2014) na forma de identificação de táxons.

Dentre os gêneros estudados, *Aspergillus* apresentou maior frequência, 41% com sete táxons e *Cladosporium* 11%, com dois táxons. Os demais gêneros apresentaram um táxon com percentual de 6% para cada, como pode ser verificado na figura 2.

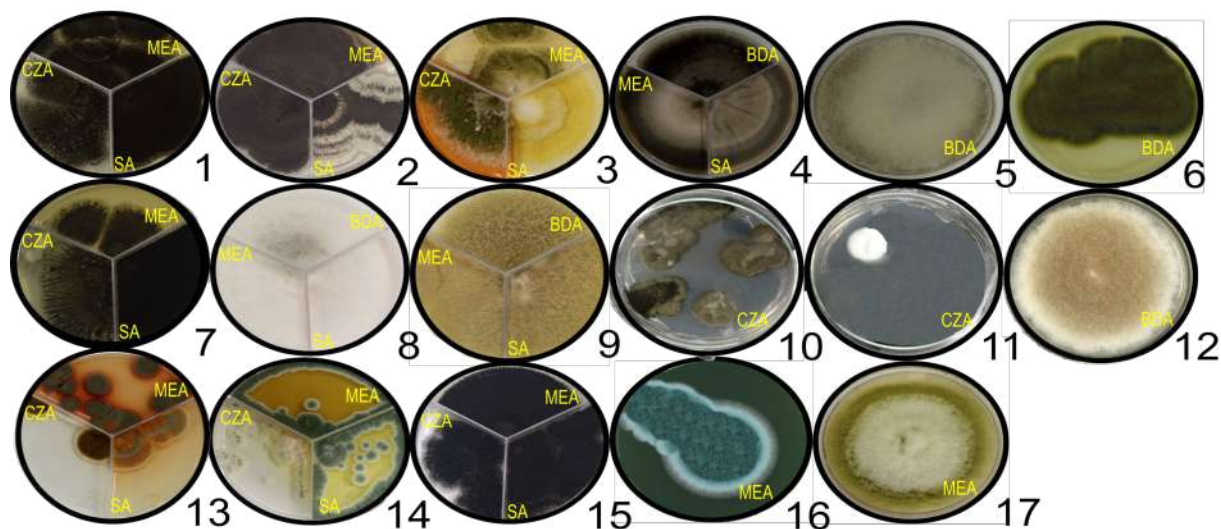


Figura 1 - Macromorfologia das culturas dos fungos isolados do ar.

1. *Aspergillus foetidus* 2. *A. japonicus* var. *japonicus* 3. *A. oryzae* 4. *Curvularia brachyspora* 5. *Rhizopus arrhizus* var. *tonkinensis* 6. *Cladosporium cladosporioides* 7. *Aspergillus* sp. 2 8. *Nigrospora sphaerica* 9. *Paecilomyces variotii* 10. *Cladosporium herbarum* 11. *Engyodontium* sp. 12. *Rhizomucor pusillus* 13. *Talaromyces purpurogenus* 14. *Penicillium citrinum* 15. *Aspergillus* sp.1 16. *Aspergillus fumigatus* 17. *Aspergillus flavus*.

Fonte: Os autores

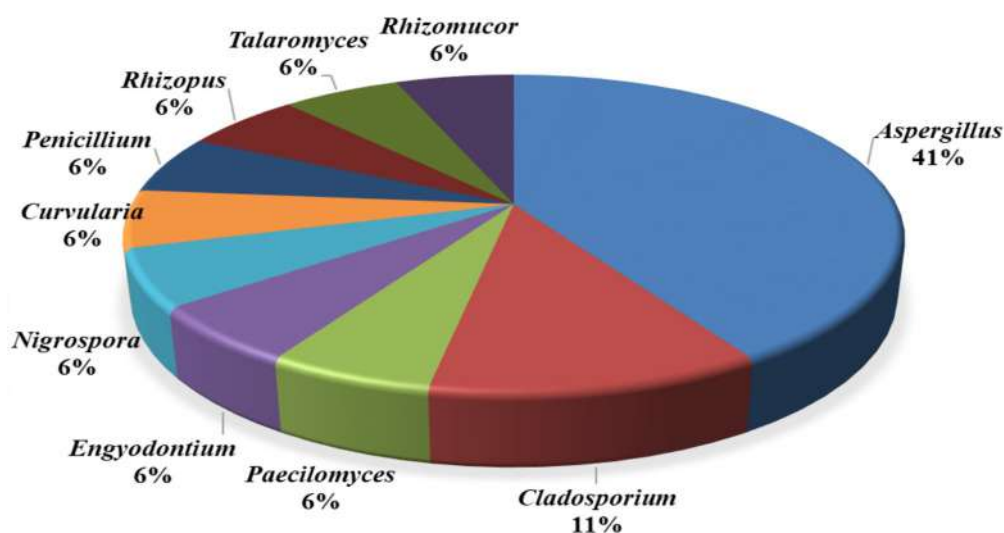


Figura 2 - Porcentagem dos gêneros observados nos três setores da UFDPAr em relação ao número de táxons.

O estudo realizado por Sobral et al. (2017), que isolaram de setores da Universidade Federal de Pernambuco fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Talaromyces*, *Curvularia* e *Paecilomyces*, sendo *Aspergillus* o de maior representação de espécies (50%), corrobora com os dados aqui apresentados. Adicionalmente, Pantoja et al. (2007) isolaram 18 gêneros de fungos do ar de setores da Universidade Estadual do Ceará, entre eles: *Aspergillus*,

Cladosporium, *Curvularia* e *Rhizopus*, sendo *Aspergillus* o grupo de maior representatividade (78%), assim como no presente manuscrito. Moura et al. (2013) reportam oito espécies isoladas do Centro Vocacional Tecnológico de Tauá – Ceará. Entre estas estão contempladas *Aspergillus flavus* e *Cladosporium cladosporioides*, também isoladas neste trabalho. *Aspergillus* e *Cladosporium* foram os grupos mais representativos na análise de fungos do ar em uma universidade de Parma (ZONI et al., 2020), assim como no estudo microbiológico do ar em jardins de infância na Eslovênia (REJC et al., 2019) e na análise microbiológica do ar realizada por Fu et al. (2020) em escolas de ensino médio de Johor Bahru, Malásia, desta forma, corroborando com este estudo pela representatividade dos dois gêneros.

Quanto às coletas, o índice de similaridade de Jaccard foi maior (38,4%) entre as coletas 2 e 3. O índice de similaridade de Bray-Curtis demonstrou resultado semelhante, com índice de 24,1% (Figura 3-4). Segundo a análise de Jaccard, a similaridade da microflora anemófila foi maior entre os Setores 1 e 2 (54,5%). Adicionalmente, as comunidades de fungos entre estes setores apresentaram maior similaridade (16,7%), conforme a análise de Bray-Curtis (Figura 5-6).

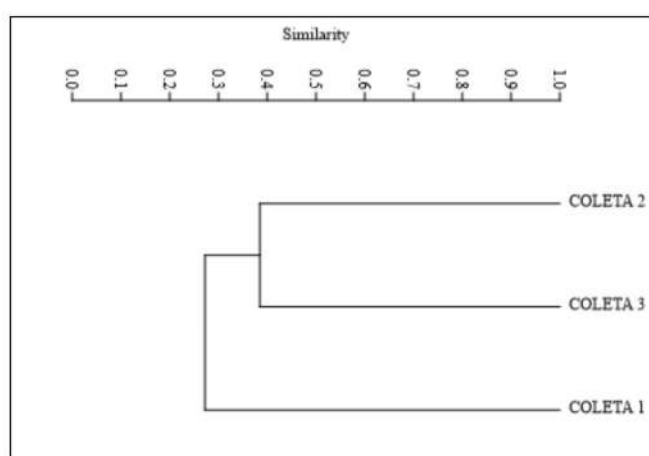


Figura 3 - Dendrograma de Similaridade de Jaccard.

Fonte: Os autores

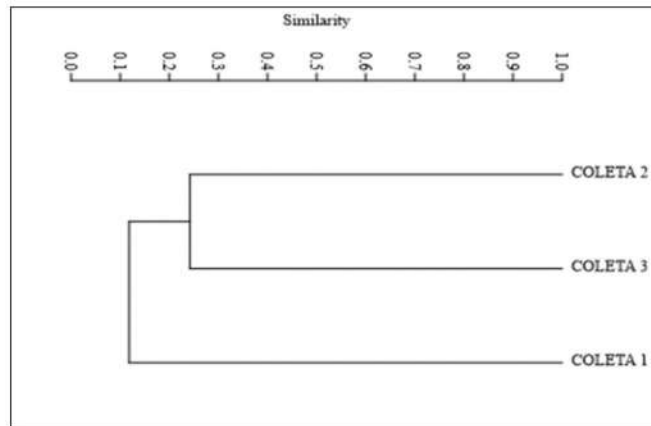


Figura 4 - Dendrograma de Similaridade de Bray-Curtis entre as coletas.
 Fonte: Os autores

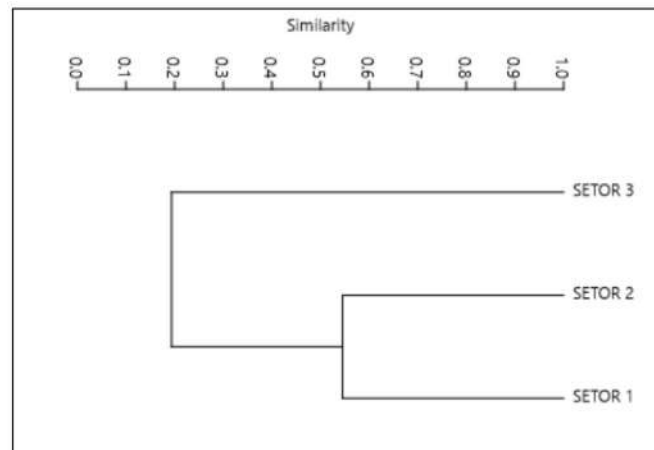


Figura 5 - Dendrograma de Similaridade de Jaccard entre os setores.
 Fonte: Os autores

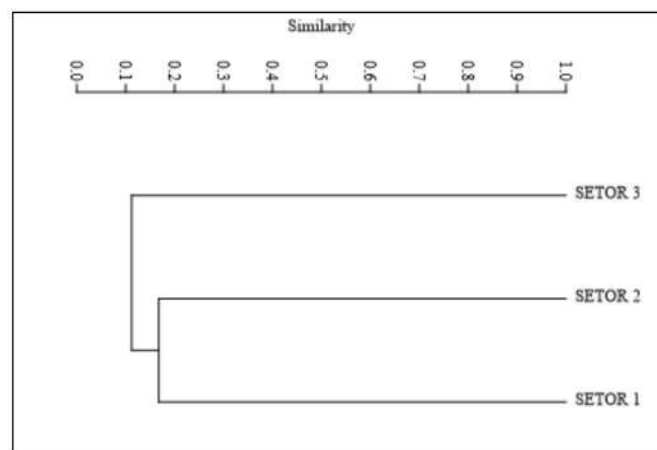


Figura 6 - Dendrograma de Similaridade de Bray-Curtis entre os setores.
 Fonte: Os autores

Mesmo sendo a análise de similaridade um teste estatístico bastante utilizado em estudos envolvendo microrganismos, não existem estudos de microbiota fúngica anemófila usando estes testes para interpretação de dados sendo, provavelmente, este seja o primeiro trabalho sobre fungos anemófilos a comparar a composição de espécies fúngicas por análise de similaridade. Acredita-se que os setores 1 e 2 apresentaram maior similaridade entre as populações fúngicas devido ao transporte sucessivo de materiais estudados no Laboratório de Botânica e Herbário, relação esta que não ocorre entre estes setores e a Biblioteca (Setor 3). Dentre os gêneros estudados, *Aspergillus* produzem metabólitos secundários tóxicos ao homem assim ressaltado por Bongomin et al. (2017) que estimam existir mundialmente cerca de 11 milhões de pessoas com doença respiratória relacionada. Este grupo de fungos é representado por *Aspergillus fumigatus*, estando relacionado à morte por doença infecciosa entre pessoas imunodeficientes. A aspergilose ocorre através da inalação dos conídios destes fungos dispersos no ar de ambientes internos e externos (LATGÉ; CHAMILOS, 2019). Após *Aspergillus fumigatus*, *A. flavus* é o maior agente etiológico de aspergilose invasiva apresentando alta ocorrência em países tropicais (RUDRAMURTHY et al., 2019). Os demais táxons de *Aspergillus* isolados neste estudo, não possuem incidências patológicas.

Quanto a incidência de doenças relacionadas a *Penicillium citrinum*, fungo de maior ocorrência neste estudo, pode-se mencionar tão somente o caso de pneumonia fatal reportado por Mok et al. (1997) em uma mulher com sistema imunológico debilitado. Enquanto *Engyodontium* possui espécies patógenas a humano, tendo registro etiológico causando ceratite micótica mencionado para a Índia (THAMKE et al., 2015).

O táxon *Cladosporium cladosporioides* foi apresentado como agente etiológico de infecção pulmonar em uma mulher imunocomprometida, tornando-se um alerta para pessoas que possuem o sistema imunológico crítico (CASTRO et al. 2013). Grava et al. (2016) reportaram um caso de pneumonia hemorrágica pontuando a importância patológica de *C. cladosporioides* em relação ao trato respiratório. Além do mais, esta espécie juntamente com *C. herbarum* tem sido relacionado a doenças respiratórias crônicas e já foram isoladas do seio nasal de pessoas com rinosinusites (MURR et al., 2012; KNUTSEN et al., 2012).

Curvularia brachyspora, *Nigrospora sphaerica* e *Talaromyces purpurogenus* são consideradas patógenas oportunistas, podendo causar infecções graves em pessoas imunocomprometidas, como portadores do Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) e diabéticos (MOTSWALEDI; PILLAY, 2018; KISS et al., 2020). Espécies de *Paecilomyces* causam, raramente, infecções em humanos, sendo *P. variotii* a espécie patógena mais comum estando associada a doenças infecciosas, como peritonite, pneumonia, osteomielite, endoftalmite e fungemia (MARQUES et al., 2019).

Rhizomucor pusillus e *Rhizopus arrhizus* var. *tonkinensis* são agentes patológicos de mucoromicose, infecção causada por fungos da ordem Mucorales Fr.. Há relatos de *R. arrhizus* causando Infecções rino-órbito-cerebral, pulmonares e disseminadas. A predominância dos casos de mucoromicoses por *R. arrhizus* se dá em pacientes com sistema imunológico crítico (WALTHER et al., 2019). Enquanto *Rhizomucor pusillus* tem sido relatado como agente etiológico de infecções cerebrais em pessoas sob tratamento oncológico (CHEN et al., 2019; FEHR et al., 2020).

Quanto à similaridade entre as coletas, pode estar relacionada à fatores sazonais que possivelmente foram mais semelhantes.

4. CONCLUSÃO

Espécies de fungos com histórico patológico, como *Aspergillus flavus* e *Aspergillus fumigatus*, foram isoladas de setores internos climatizados de uma universidade do Estado do Piauí, confirmando a hipótese previamente estabelecida. Desta forma, sugere-se um maior perfil de higiene nestes setores, como dos equipamentos de ar condicionados, para evitar ou amenizar ao máximo possível a propagação destes propágulos fúngicos. Posteriores estudos sobre a qualidade do ar para investigar o número de UFC/10³ faz-se necessário para maior análise do risco biológico.

5. REFERÊNCIAS

BARNES, C. Fungi and Atopy. **Clinical Reviews in Allergy & Immunology**, [Totowa], v. 57, n. 3, p. 439-448, 2019.

BENSCH, K.; GROENEWALD, J.Z.; MEIJER, M.; DIJKSTERHUIS, J.; JURJEVIC, Z.; ANDERSEN, B.; HOUBRAKEN, J.; CROUS, P.W.; SAMSON, R.A. *Cladosporium* species in indoor environments. **Studies in Mycology**, [Baarn], v. 89, p. 177-301, 2018.

BONGOMIN, F.; GAGO, S.; OLADELE, R. O.; DENNING, D. W. Global and multi-national prevalence of fungal diseases-estimate precision. **Journal of Fungi**, [Basel], v. 3, n. 4, p. 1-27, 2017.

BRAY, J.R.; CURTIS, J.T. An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin. **Ecological Monographs**, [Estados Unidos], v. 27, p. 325-349, 1957.

CASTRO, A.S.; OLIVEIRA, A.; LOPES, V. Pulmonary phaeohyphomycosis: a challenge to the clinician. **European respiratory review : an official journal of the European Respiratory Society**, [Copenhagen], v. 22, n. 128, p. 187–192, 2013.

CHAUDHURI, A; BASU, C.; BHATTACHARYYA, S.; CHAUDHURI P. Development of health risk rating scale for indoor airborne fungal exposure. **Archives of Environmental & Occupational Health**, [Washington], v. [15], p. 1-9, 2019.

CHEN, Q.; CHEN, K.; QIAN, S.; WU, S.; XU, L.; HUANG, X., SHI, P.; WANG, K.; WANG, M.; WANG, X. Disseminated mucormycosis with cerebellum involvement due to *Rhizomucor pusillus* in a patient with multiple myeloma and secondary myelodysplastic syndrome: A case report. **Experimental and Therapeutic Medicine**, [Atenas], v. 18, p. 4076-4080, 2019.

ELLIS, M. B. **Dematiaceous Hyphomycetes**. Surrey: Common- Wealth Mycological Institute, 1971.

FEHR, M.; CATHOMAS, G.; GRABER, A; MAKERTC, E.; GAUSC, E.; BOGGIAN, K. Multi-fungal sepsis and mucormycosis of the central nervous system in a patient treated with ibrutinib, a case report and review of the literature. **Medical Mycology Case Reports**, [Amsterdam], v. 27, p. 14-16, 2020.

FERRANTI, L.S.; FUNGARO, M.H. P.; MASSI, F.P.; SILVA, J.J.; PENHA, R.E.S.; FRISVAD, R.C.; TANIWAKI, M.H.; IAMANAKA, B.T. Diversity of *Aspergillus* section Nigri on the surface of *Vitis labrusca* and its hybrid grapes. **Internacional Journal of Food Microbiology**, [Amsterdam], v. 268, p. 53-60, 2018.

FU, X.; NORBÄCKC, D.; YUAN, Q.; LIB, Y.; ZHU, X.; JAMAL H. H.; HASHIMH, Z.; ALI, F.; ZHENGJ, YI-WU; LAI, XU-XIN; SPANGFORT, M. D.; DENG, Y.; SUN, Y. Indoor microbiome, environmental characteristics and asthma among junior high school students in Johor Bahru, Malaysia. **Environment International**, [Amsterdam], v. 138, p. 1-9, 2020.

GAMS, W.; HOOG, G.S.; SAMSON, R.A. The hyphomycete genus *Engyodontium* a link between *Verticillium* and *Aphanocladium*. **Persoonia**, [Leiden], v. 12, p. 135-147, 1984.

GRAVA, S.; LOPES, F.A.D.; CAVALLAZZI, R.S.; GRASSI, M.F.N.N.; SVIDZINSKI, T.I.E. A rare case of hemorrhagic pneumonia due to *Cladosporium cladosporioides*. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, [Brasília], v. 42, n. 5, p. 392-394, 2016.

HAWKSWORTH, D.L.; LÜCKING, R. Fungal Diversity revisited: 2.2 to 3.8 millions species. **Microbiology Spectrum**, [Washington], v. 5, p. 1-17, 2017.

HOUBRAKEN, J.; FRISVAD, J.C.; SAMSON, R.A. Taxonomy of *Penicillium* section Citrina. **Studies in Mycology**, [Utrecht], v. 70, p. 53-138, 2011.

HYDE, K.D.; SARMA, V.V. *Vismaya chaturbeeja* gen et sp. nov. from a dicotyledonous twig in Hong Kong. **Nova Hedwigia**, [Weinheim], v. 73, n. 1-2, p. 247-252, 2001.

JACCARD, P. Nouvelles recherches sur la distribution florale. **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**, [Suíça], v. 44, n. 63, p. 223-270, 1908.

KIMURA, M.; UDAGAWA, S.I.; MAKIMURA, K.; SATOH, K.; TOYAZAKI, N.; ITO, H. Isolation and identification of *Rhizomucor pusillus* from pleural zygomycosis in an immunocompetent patient. **Medical Mycological**, [Oxford], v. 47, p. 869–873, 2009.

KISS, N.; HOMA, M.; MANIKANDAM, P.; MYTHILI, A.; KRIZSÁN, K.; REVATHI, R.; VARGA, M.; PAPP, T.; VÁGVÖLGYI, C.; KREDICS, L.; KOCSUBÉ, S. New Species of the Genus *Curvularia*: *C. tamilnaduensis* and *C. coimbatorensis* from Fungal Keratitis Cases in South India. **Pathogens**, [Basel], v. 9, n. 9, p. 1, 2020.

KLICH, M.A.; PITT, J.I. **A laboratory guide to common Aspergillus species and their teleomorphs**. North Ryde: Csiro, 1988.

KNUTSEN, A. P.; BUSH, R. K.; DEMAIN, J. G.; DENNING, D. W.; DIXIT, A.; FAIRS, A.; GREENBERGER, P. A.; KARIUKI, B.; KITA, H.; KURUP, V. P.; MOSS, R. B.; NIVEN, R.M.; PASHLEY, C. H.; SLAVIN, R.G.; VIJAY, H.M.; WARDLAW, A. J. Fungi and allergic lower respiratory tract diseases. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, [Nova Iorque], v.129, n.2, p.280–291, 2012.

LACAZ, C.L. **Guia para identificação: fungos, actinomicetos e algas de interesse médico**. São Paulo: Sarvier, 1998.

LATGÉ, J.P.; CHAMILOS, G. *Aspergillus fumigatus* and aspergillosis in 2019. **Clinical Microbiology Reviews**, [Amsterdam], v. 33, n. 1, p. 1-75, 2020.

MADHWAL, S.; PRABU, V.; SUNDRIYAL, S.; SHRIDHAR, V. Ambient bioaerosol distribution and associated health risks at a high traffic density junction at Dehradun city, India. **Environmental monitoring and assessment**, [Dordrecht], v. 192, n. 196, p. 1-15, 2020.

MARQUES, D. P.; CARVALHO, J.; ROCHA, S.; DOMINGOS, R. A case of pulmonary mycetoma caused by *Paecilomyces variotii*. **European Journal of Case Reports in Internal Medicine**, [Milão], v. 6, p. 1-3, 2019.

MERKHOFFER, R.M.; KLEIN, B.S. Advances in Understanding Human Genetic Variations That Influence Innate Immunity to Fungi. **Frontiers in cellular and infection microbiology**, [Lausanne], v. 10, n. 69, p. 1-20, 2020.

MOBIN, M.; SOLMITO, M.A. Microbiota fúngica dos condicionadores de ar nas unidades de terapia intensiva de Teresina, PI. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, [Uberaba], v. 39, n. 6, p. 556-559, 2006.

MOK, T.; KOEHLER, A. P.; YU, M.Y.; ELLIS, D.H.; JOHNSON, P.J.; WICKHAM, N.W.R. Fatal *Penicillium citrinum* pneumonia with pericarditis in a patient with acute leucemia. **Journal of Clinical Microbiology**, [Washington], v. 35, n. 10, p. 2654-2656, 1997.

MORI, T.; KIKUCHI, T.; KATO, J.; KODA, Y.; SAKURAI, M.; KIKUMI, O.; INOSE, R.; MURATA, M.; HASEGAWA, N.; NAKAYAMA, H.; YAMAZAKI, R.; OKAMOTO, S. Seasonal changes in indoor airborne fungal concentration in a hematology Ward. **Journal of Infection and Chemotherapy**, [Switzerland], v. 26, n. 4, p. 363-366, 2019.

MOTSWALEDI, H. M.; PILLAY, R. T. An unusual deep fungal infection with *Nigrospora sphaerica* in HIV positive patient. **International Journal of Dermatology**, [Waldorf], v. 58, n. 3, p. 333-335, 2018.

MOURA, L.F.W.G.; OLIVEIRA, M.V.; LÔ, M.M.; MOTA, J.G.S.M.; MAGALHÃES, E.A.; LIMA, M.C.L.; MAGALHÃES, F.E.A. Bioprospecção de atividade lipolítica de fungos anemófilos isolados do Centro Vocacional Tecnológico (CVT) de Tauá-CE. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 15, n. 2, p. 157-165, 2013.

MURR, A.H.; GOLDBERG, A. N.; PLETCHER, S.D.; DILLEHAY, K.; WYMER, L. J.; VESPER, S.J. Some Chronic Rhinosinusitis Patients Have Elevated Populations of Fungi in Their Sinuses. **The Laryngoscope**, [Washington], v. 122, p. 1438–1445, 2012.

ODEBODE, A.; ADEKUNLE, A.; STAJICH, J.; ADEONIKEKUN, A. Airborne fungi spores distribution in various locations in Lagos, Nigeria. **Environmental monitoring and assessment**, [Dordrecht], v. 192, n. 87, p. 1-14, 2020.

PANTOJA, L.D. M.; COUTO, M.S.; PAIXÃO, G.C. Diversidade de bioaerossóis presentes em ambientes urbanizados e preservados de um campus universitário. **Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 1, p. 41-47, 2007.

PEREIRA, D. B.; CRUZ, M.O.; ALVES, M.H. Anemophilous fungi in intensive care sectors of a public hospital in the North of Piauí, Brazil. **Revista Científica INOVALE**, [Parnaíba], v. 1, p. 1-4, 2020.

REJC, T.; KUKEC, A.; BIZJAK, M.; GODIČTORKAR, K. Microbiological and chemical quality of indoor air in kindergartens in Sloveni. **International Journal of Environmental Health Research**, [Basel], v. [8], p. 1 -14, 2019.

RIDDEL, R.W. Permanent stained mycological preparations obtained by slide culture. **Mycologia**, [Lancaster], v. 42, p. 265-270, 1950.

RUDRAMURTHY, S.M.; PAUL, R. A.; CHAKRABARTI, A.; MOUTON, J. W.; MEIS, J. F. Invasive Aspergillosis by *Aspergillus flavus*: Epidemiology, Diagnosis, Antifungal Resistance and Management. **Journal of Fungi**, [Basel], v. 5, n. 55, p. 1-23, 2019.

SOBRAL, L. V.; MELO, K. N.; SOUZA, C. M.; SILVA S. F.; SILVA, G.L.R.; SILVA, A. L.F.; WANDERLEY, K. A.A.; OLIVEIRA, I. S.; CRUZ, ROBERTA. Antimicrobial and enzymatic activity of anemophilous fungi of a public university in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [Rio de Janeiro], v. 89, n. 3, p. 2327-2356, 2017.

TAN, Y.P.; CROUS, P.W.; SHIVAS, R.G. Cryptic species of *Curvularia* in the culture collection of the Queensland Plant Pathology Herbarium. **MycKeys**, [Sofia], v. 35, p. 1–25, 2018.

THAMKE, D.C.; MENDIRATTA, D.K.; DHABARDE, A.; SHUKLA, A.K. Mycotic keratitis due to *Engyodontium album*: First case report from India. **Indian Journal of Medical Microbiology**, [Nova Delhi], v. 33, n. 2, p. 303-304, 2015.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.





VISAGIE, C.M.; HOUBRAKEN, J.; FRISVAD, J.C.; HONG, C.B.; KLAASSEN, C.H.W.; PERRONE, G.; SEIFERT, K.A.; VARGA, J.; YAGUCHI, T.; SAMSON, R.A. Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*. **Studies in Mycology**, [Utrecht], v. 78, p. 343-371, 2014.

WALTHER, G.; WAGNER, L.; KURZAI, O. Updates on the Taxonomy of Mucorales with an Emphasis on Clinically Important Taxa. **Journal of Fungi**. [Basel], v. 5, n. 4, p. 1-23. 2019.





YILMAZ, N.; VISAGIE, C.M.; HOUBRAKEN, J.; FRISVAD, J.C.; SAMSON, R.A. Polyphasic taxonomy of the genus *Talaromyces*. **Studies in Mycology**, [Utrecht], v. 78, p. 175-341, 2014.

ZHENG, R.Y.; CHEN, G.Q.; HUANG, H.; LIU, X.W. A monograph of *Rhizopus*. **Sydowia**, [Horn], v. 59, p. 273-372, 2007.

ZONI, R.; CAPOBIANCO, E.; VIANI, I.; COLUCCI, M. E.; MEZZETTA, S.; AFFANNI, P.; VERONESI, L.; FONZO, D. D.; ALBERTINI, R.; PASQUARELLA, C. Contaminazione fungina dell'aria in un edificio universitario. **Acta Biomedica: Atenei Parmensis**, [Parma], v.91, p. 150-153, 2020.

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Fungos do ar e solo: do isolamento à detecção enzimática

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Fungos do ar e solo: do isolamento à detecção enzimática