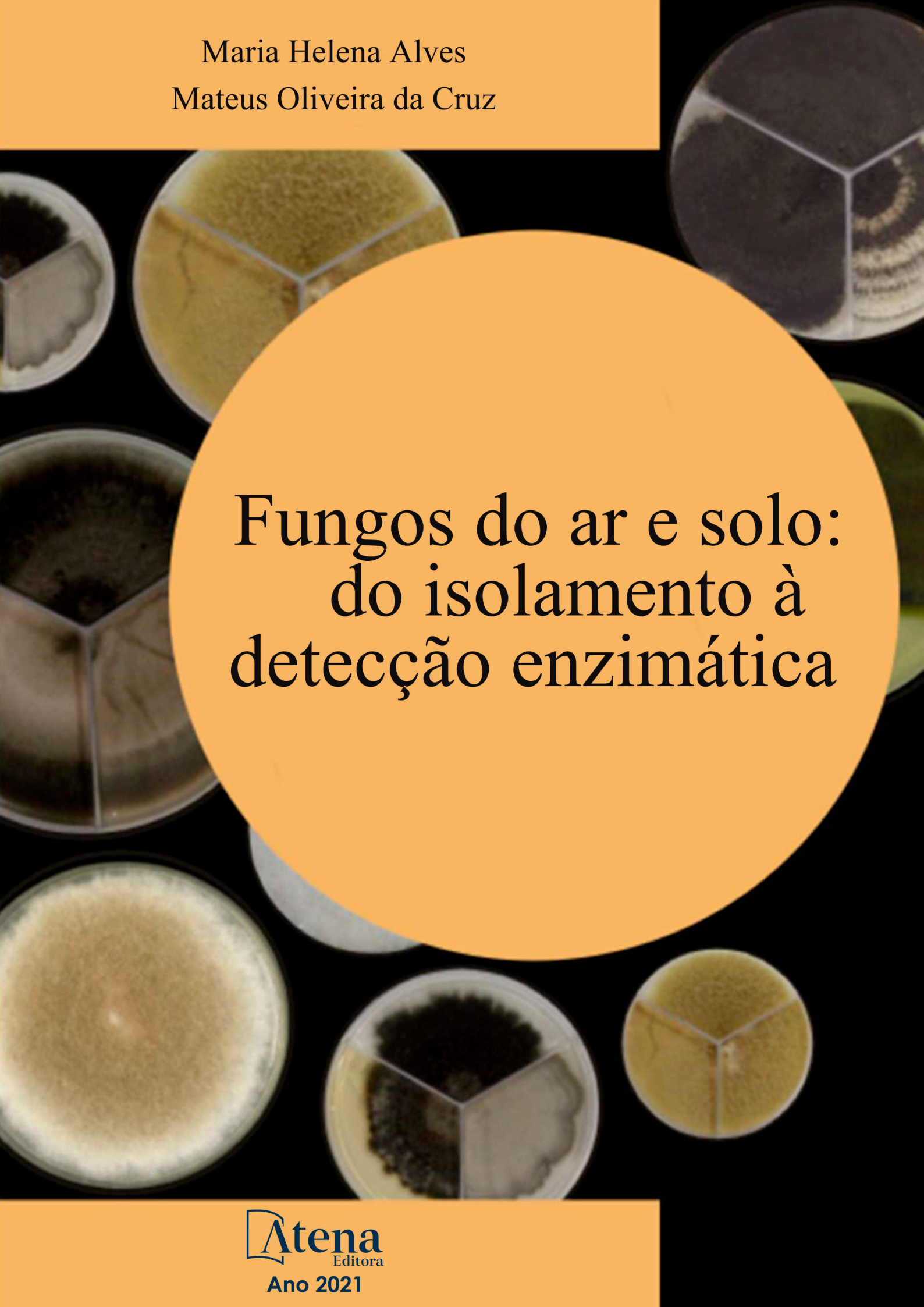



Maria Helena Alves  
Mateus Oliveira da Cruz

The background of the cover is a collage of several petri dishes containing different types of fungal cultures. The cultures vary in color, including white, yellow, green, and dark brown. Some dishes are divided into sections by white lines. 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 expansion, sectorial growth, and dense mats. The colors range from dark brown to light grey, indicating different species or stages of growth.

# 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](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	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	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	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	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	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	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	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	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	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 3

## Atividade amilolítica de *Aspergillus* (Eurotiales, Aspergillaceae) isolado do solo no Norte do Piauí

Mateus Oliveira da Cruz  
Maria de Fátima Dutra Freitas  
Maria Helena Alves

### RESUMO

O solo constitui um dos principais habitats dos fungos do gênero *Aspergillus*. Os mesmos apresentam uma importante função no solo sobre a decomposição da matéria orgânica utilizando amilases para a degradação dos substratos amilolíticos. As amilases estão entre as principais enzimas aplicadas na indústria farmacêutica, têxtil e produção de alimentos. Assim, o objetivo deste estudo foi isolar e identificar espécies de *Aspergillus* ocorrentes no solo do "Distrito Irrigado Tabuleiros Litorâneos do Piauí"-DITALPI, situado na cidade de Parnaíba, Norte do Piauí, bem como caracterizar os isolados quanto à detecção da produção de amilases. Para a identificação dos fungos seguiu-se a taxonomia clássica. Para detecção da produção de amilases pelos isolados, usou-se meio de cultivo sólido com adição de amido, como substrato indutor e na revelação do halo enzimático, expresso em centímetro, foi utilizada uma solução de iodo. Os resultados revelaram 57 isolados distribuídos em 10 espécies: *Aspergillus*

*aculeatus*, *A. carneus*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. parasiticus*, *A. tamarii*, *A. terreus*, *A. tubingensis* e *A. ustus*. Os isolados de *A. carneus* e *A. flavus* apresentaram os maiores halos (12,0 cm), seguido de *A. parasiticus* e *A. terreus*, com halos de 11,0 cm de diâmetro. *A. fumigatus*, *A. tubingensis* e *A. ustus* não apresentaram formação de halo por amilases nestes testes. Desta forma, o presente estudo contribui para o conhecimento da diversidade de fungos do estado do Piauí, apresentando à comunidade científica a ocorrência de dez espécies de *Aspergillus*, além de sete espécies de fungos filamentosos promissoras para futuros estudos de carácter quantitativo quanto à produção de amilases extracelulares.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biodiversidade fúngica; enzimas; fungos do solo.

## 1. INTRODUÇÃO

A ordem Eurotiales compreende um grande grupo de organismos que acomoda fungos filamentosos de Ascomycotina (CASTELLANO; BEEVER; TRAPPE, 2012). Dentre os gêneros mais conhecidos da citada ordem, ressalta-se *Aspergillus* o qual tem sido acrescentado um número significativo de espécies. Thom e Raper (1945) apresentaram 89 espécies de *Aspergillus* e, posteriormente, Raper e Fennel (1965) relataram 150 espécies. Em 2014, Samson et al. consideraram que *Aspergillus* compreendia 339 espécies. Já nos últimos seis anos, ocorreu um acréscimo de 32% sobre aquele número, culminando em um total de 446 espécies no grupo (HOUBRAKEN et al., 2020).

*Aspergillus* possui um sistema de classificação infragenérico de longa tradição, composto por seis subgêneros: *Aspergillus*, *Circumdati*, *Cremeri*, *Fumigati*, *Nidulantis* e *Polypaecilum*, estes compreendem 27 secções e 75 séries (HOUBRAKEN et al., 2020). Na última década, mudanças na nomenclatura aconteceram principalmente devido à descrição de novas espécies e identificação de forma incerta. Estes foram fatores, juntos ou de forma isolada, levaram a uma taxonomia inadequada de *Aspergillus* (HOUBRAKEN; VRIES; SAMSON, 2014). Identificar, descrever e publicar a diversidade deste grupo tem sido um desafio, devido à necessidade de elucidar a variação infraespecífica (VISAGIE; HOUBRAKEN, 2020).

*Aspergillus* spp. são consideradas cosmopolitas, podendo ser encontradas no solo (SUN et al., 2020), sedimento marinho (TABOONPONG et al., 2014), água (HUBKA et al., 2013), ar (PYRRI et al., 2020), vegetais (NISA et al., 2020), excrementos (MELO et al., 2020) e alimentos em gerais (HAMED; AL-WASIFY; SELIM, 2017).

Representantes de *Aspergillus* têm sido comumente isolados do solo em várias partes do mundo (KLICH; PITT, 1988; SAMSOM et al., 2007; HUBKA et al., 2013; HUBKA et al., 2014; BARBOSA et al., 2020; SUN et al., 2020). Membros deste gênero isolados do solo apresentam diferença nos padrões de biogeografia, onde secções de *Aspergillus*, *Nidulantis*, *Flavipedes* e *Circumdati* ocorrem com maior frequência em solo desértico. Para Klich (2002), adiciona-se uma maior frequência destes microrganismos em latitudes subtropicais entre 26 e 35 graus.

No contexto da diversidade de *Aspergillus* spp. no solo da floresta tropical seca brasileira (Caatinga), 58 espécies têm sido isoladas, com distribuição entre os estados de Alagoas, Bahia, Maranhão, Paraíba e Pernambuco (BARBOSA et al., 2020). O maior número de estudos voltados à diversidade de *Aspergillus* no solo brasileiro concentra-se no estado de Pernambuco, onde Oliveira et al. (2013) isolaram e identificaram 18 espécies de

*Aspergillus* do solo em área de semiárido. Também Cruz et al. (2013 e 2017) identificaram nestes dois estudos, respectivamente, 23 e 22 espécies de *Aspergillus* isoladas do solo no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco. Já em áreas de Sergipe e Alagoas, Cavalcanti et al. (2006) isolaram e identificaram 18 espécies de *Aspergillus* do solo da região Xingó. Já para o estado do Piauí, não há registro deste gênero isolado do solo (MAIA et al., 2015; BARBOSA et al., 2020).

O gênero *Aspergillus* acomoda espécies de importância ambiental, biotecnológica, econômica e médica que apresentam impactos, tanto positivo quanto negativo ao homem (TSANG et al., 2018). *Aspergillus oryzae* é a espécie mais usada para fermentação de alimentos, como arroz e soja, enquanto que *Aspergillus niger* é responsável por 99%, a nível global, de todo o ácido cítrico usado industrialmente (PARK et al., 2017). Por outro lado, espécies de *Aspergillus*, tal como *A. flavus* é considerada, dentre do grupo, sendo de muita toxigenicidade, tendo grande relevância nas contaminações de alimentos pela produção de micotoxinas fortemente prejudiciais ao homem e animais (COSTA et al., 2020). Doenças infecciosas humanas em pessoas atópicas e imunocomprometidas são causadas por fungos deste gênero, principalmente por *A. fumigatus* (LATGÉ; CHAMILOS, 2020).

A importância biotecnológica de *Aspergillus* spp. se deve à produção de compostos de aplicação industrial, por exemplo os complexos enzimáticos. Esses fungos são conhecidos por produzirem enzimas do tipo amilases, catalases, celulasas, pectinases, xilanases e inulinases (PARK et al., 2017). As amilases são enzimas abundantemente aplicadas à produção de produtos farmacêuticos, químicos, de alimentos, bebidas e derivados têxteis (MOJSOV et al., 2018).

Segundo o relatório divulgado pela BBC Research & Consulting, em 2019, o mercado global de enzimas movimentou cerca de 5,5 bilhões de dólares em 2018 e espera-se alcançar um movimento de 7,0 bilhões de dólares até 2023. A seleção de novos microrganismos produtores de enzimas de valor industrial, como as amilases, é um dos maiores entraves à comercialização de novas enzimas (GRIEBELER et al., 2015). Nesse contexto, o Brasil apresenta-se como um país consistente de possibilidades imensuráveis por apresentar uma ampla diversidade de microrganismos (ORLANDELLI et al., 2012).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi isolar e identificar espécies de *Aspergillus* ocorrentes no solo do "Distrito Irrigado Tabuleiros Litorâneos do Piauí-DITALPI", situado na cidade de Parnaíba, Norte do Piauí, bem como caracterizar os isolados quanto à detecção da produção de amilases.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em áreas preservadas do DITALPI (03°01'49,91"S e 41°46'17,09"O), localizado no município de Parnaíba, Norte do Piauí (Figura 1). A vegetação preservada nesta área é de transição entre Cerrado e Caatinga (SANTOS, 2010), onde o clima consiste do tipo Tropical Chuvoso, com precipitação média anual de aproximadamente 1.000 mm (CEPRO, 2013).

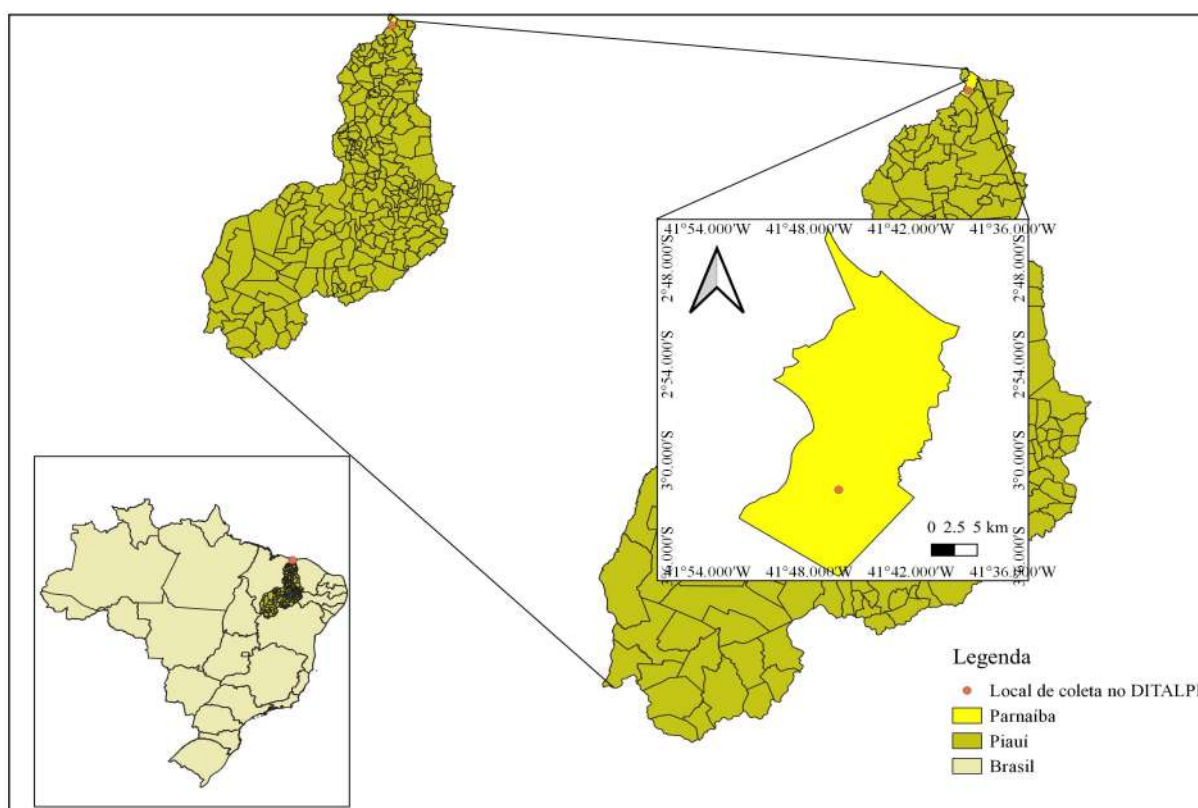


Figura 1 - Mapa de localização da área de coleta do solo.

Fonte: Os autores.

Amostras do solo foram coletadas nos meses de Março e Abril de 2013, em quatro pontos aleatórios. O solo foi perfurado a 10 cm de profundidade e retirado uma amostra com a utilização de uma espátula previamente esterilizada em álcool 70°GL. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos para transporte.

No laboratório de Botânica da Universidade Federal do Piauí/Campus Ministro Reis Velloso, Parnaíba, executou-se o método de placa de solo segundo Warcup (1950), sendo 1g de solo distribuído em placa de Petri esterilizada e vertido o meio de cultivo Ágar Martin (MARTIN, 1950), ainda quente, por volta de 40°C, sobre o solo na placa de Petri. As placas foram incubadas sob luminosidade e temperatura (28±2°C) ambientes. O acompanhamento do desenvolvimento dos fungos ocorreu de dois a sete dias. O isolamento e manutenção



fúngica foram realizados em meio Ágar Batata Dextrose (BDA) (LACAZ et al., 2002).

As identificações foram efetuadas levando em consideração as observações macroscópicas tendo por parâmetro a cor, diâmetro e altura da colônia, presença ou ausência de estruturas especializadas bem como os esclerócitos. Para a análise microscópica tomou-se por base a observação do comprimento, largura e textura dos conidióforos, comprimento e textura das métulas e fiálides, diâmetro, forma e textura dos conídios. As características dos isolados foram comparadas seguindo a literatura especializada, tais como Klich e Pitt (1988), Raper e Fennel (1977), Klich (2002), Samson et al. (2004) e Samson et al. (2007).

Para o armazenamento dos fungos, estes foram inoculados em tubos de vidro de penicilina contendo o meio de cultivo BDA e, após desenvolvimento das colônias, estas foram submersas em óleo mineral e mantidas sob refrigeração no Laboratório de Micologia da Universidade Federal do Piauí/CMRV, atual Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPAr).

A caracterização enzimática no que se refere à detecção da produção de amilases na cultura monospórica dos isolados seguiu Santos (2009), com modificações. Inicialmente foi feita uma suspensão de esporos contendo 2 ml de solução que foi homogeneizada e distribuída com auxílio da alça de Drigalski sobre a superfície do meio de cultura BDA em placa de Petri e mantida à temperatura ( $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) e luminosidade ambientes.

Após 24 horas de incubação e germinação dos esporos, estes foram observados ao microscópio estereoscópio (lupa) e realizada a remoção de um único esporo, utilizando uma agulha para transferi-lo a uma outra placa de Petri contendo o meio de cultivo BDA. Com o desenvolvimento da cultura monospórica foi vertida água destilada estéril em sua superfície e realizado a lavagem com pérolas de vidro para obtenção da suspensão de esporos, a qual foi pipetada para um tubo de ensaio, também estéril. Alíquota desta foi transferida para câmara de Neubauer e realizada a contagem dos esporos, sendo obtida uma suspensão de  $10^6$  mL de esporos.

Como substrato inductor da produção de amilases foi utilizado 0,2% de amido solúvel (Merck) e 1,0% de ágar por 1000 mL, tendo por base a metodologia de Hanking e Anagnostakis (1975). Em placa de Petri de 12 cm de diâmetro, contendo 15 mL de meio de cultivo sólido, perfurou-se no centro e removeu-se um disco de 5 mm em diâmetro, sendo o mesmo preenchido com 50  $\mu\text{L}$  de suspensão de  $10^6$  esporos. Após realizado o inóculo, as placas foram incubadas sob temperatura ( $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) e luminosidade ambientes. O experimento foi carreado em triplicata.

No período de 120 horas de incubação, foi vertida sobre a superfície da colônia na placa de Petri a solução de iodo para revelação do halo de degradação por amilases. A medição do halo de degradação foi efetuada com uso de uma régua milimetrada e a atividade

amilolítica expressada em centímetro.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa ASSISTAT 7.7 beta.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos foram 57 isolados de *Aspergillus* distribuídos em dez espécies (Tabela 1). *Aspergillus niger* Tieghem e *Aspergillus flavus* Link (Figura 2) foram os mais abundantes, com 10 e 8 isolados, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies de *Aspergillus* isoladas do solo do Distrito Irrigado Tabuleiros Litorâneos do Piauí-DITALP

<b>Táxons</b>	<b>Nº de Isolados</b>
<i>Aspergillus aculeatus</i> Lizuka 1953	6
<i>A. carneus</i> (Tieghem) Bloc hwitz 1933	4
<i>A. flavus</i> Link 1809	8
<i>A. fumigatus</i> Fresenius 1863	7
<i>A. niger</i> Tieghem 1867	10
<i>A. parasiticus</i> Speare 1912	5
<i>A. tamarü</i> Kita 1913	5
<i>A. terreus</i> Thom 1918	5
<i>A. tubingensis</i> Mosseray 1934	4
<i>A. ustus</i> (Bainier) Thom & Church 1926	3

Fonte: Os autores

*Aspergillus niger* (subgênero *Circumdati*, secção *Nigri*) é caracterizada, principalmente por seus conídios negros de forma equinulada e vesícula bisseriada, descrito por Klich (2002) e Simões, Santos e Lima (2013). Esta espécie tem sido isolada do solo no Maranhão, Pernambuco, Bahia e Alagoas (BARBOSA et al., 2020). A distribuição de *A. niger* no Brasil também está atribuída aos estados do Amazonas, Pará, Rio de Janeiro e São Paulo, isolados de folhedeo ou solo (PEFNING; GUSMÃO, 2015).

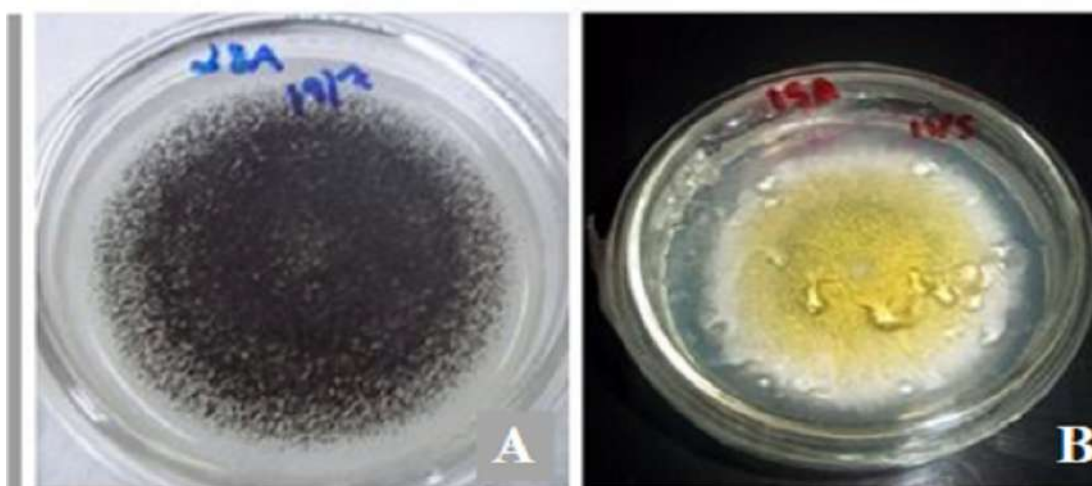


Figura 2. *Aspergillus* em meio de cultivo BDA.  
A- *Aspergillus niger*, B- *Aspergillus flavus*. Colônias com sete dias de crescimento.  
Fonte: Os autores

Biotecnologicamente, *Aspergillus niger* apresenta grande importância na ciência, sendo explorado há mais de 100 anos, com 7.897 publicações no PubMed entre 1978 e 2017. Esta espécie produz alta concentração de ácido cítrico, bastante utilizado para produção de alimentos e bebidas. Além de ampla diversidade de proteínas e metabólitos secundários, também se destaca por apresentar seu genoma sequenciado em 2007, sendo manipulado com ferramentas de edição da nova era genética, como a CRISPR/Cas (CAIRNS; NAI; MEYER, 2018).

*Aspergillus flavus*, subgênero *Circumdati*, seção *Flavi*, é caracterizada, entre outras características, por seus conídios verde-amarelo, lisos, vesícula bisseriada e produção de esclerócitos largos e escuros, segundo descrição de Klich (2002) e Frisvad et al. (2019). *Aspergillus flavus* tem sido isolada do solo no Maranhão, Alagoas, Bahia e Pernambuco (BARBOSA et al., 2020). Pefnning e Gusmão (2015) reportam a ocorrência de *A. flavus* para o Amazonas, Espírito Santo, Minas Gerais, Pará, Rio de Janeiro e São Paulo, isolados de solo ou folheto.

Estudos têm demonstrado *Aspergillus flavus* como um fungo saprófito oportunista, sendo a segunda espécie do gênero de maior potencial patogênico a humanos (HEDAYAT et al., 2007) e como produtor de aflatoxinas e ácido ciclopiazônico, substâncias de efeito tóxico aditivo ou sinérgico a humanos (GONÇALEZ et al., 2013). *Aspergillus flavus* tem sido explorada biotecnologicamente em aplicações no desenvolvimento de drogas farmacêuticas, culturas resistentes nas atividades de agricultura e como biocombustíveis, sendo também relevante a produção de enzimas hidrolíticas de aplicação industrial (CLEVELAND et al., 2009).

Fungos do gênero *Aspergillus* são comumente isolados do solo e normalmente dominantes em números de isolados. *Aspergillus* já fora isolado do solo de cultivo agrícola de

Citrus por Prade et al. (2007); girassol, por Souza-Motta et al. (2003); uva-do-japão, por Prade et al. (2006) e; cataúba e mata nativa, por Morgana et al. (2013). Adicionalmente, o presente estudo relata o isolamento desse grupo de fungo do solo em geral em área preservada.

Cavalcanti et al. (2006), ao estudarem a diversidade de fungos do solo na região de Xingó, Nordeste do Brasil, isolaram 1.230 UFCs de 96 fungos filamentosos. O maior número de isolados (518) correspondeu ao gênero *Aspergillus*, segundo gênero melhor representado, apresentando 18 espécies. Coincidindo com o presente estudo, aqueles autores também isolaram *A. aculeatus*, *A. carneus*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. tamaritii*, *A. terreus* e *A. ustus*, estando *A. niger* entre as espécies mais abundantes nesse trabalho.

O dados de Borges et al. (2011) também convergem com o presente estudo, quando apresentam a prevalência de *Aspergillus* ao realizarem 11 coletas de amostras de solo em Santa Catarina e isolarem 363 UFCs de *Aspergillus*, representando um percentual de 27,92%. Os citados autores ressaltam que espécies de *Aspergillus* persistiram no solo avaliado por todas as estações do ano.

Cruz et al. (2013), em estudo sobre a diversidade de fungos filamentosos em área da Caatinga, coletaram seis amostras de solo do Parque Nacional do Catimbau resultando em 4.711 isolados fúngicos representados por 18 gêneros distribuídos em 66 espécies, onde *Aspergillus* foi o maior gênero quanto ao número de isolados (3.731) e segundo maior gênero em representação, 23 espécies. Ainda corroborando com os dados aqui apresentados, exceção feita à *A. tubingensis*, os citados autores isolaram todas as espécies relatadas nesta pesquisa, sendo *A. flavus* o de maior abundância de isolados.

Ainda em área do Parque Nacional do Catimbau, Cruz et al. (2017) realizaram coleta de 12 amostras do solo obtendo um total de 4.488 UFCs, representadas por 15 gêneros e 48 espécies. *Aspergillus* apresentou o maior número de UFCs (2.437) e foi o segundo maior gênero em representação, com 22 espécies. Aqueles autores, isolaram todas as espécies apresentadas neste estudo, exceção feita à *A. tubingensis*. Ainda, diferentemente do resultados deste estudo, *A. niger* e *A. flavus* não estiveram entre as espécies com maior número de isolados naquele. Estas observações coincidem com os resultados obtidos em relação ao número de isolados de *Aspergillus* e sua comum ocorrência no solo do DITALPI.

Segundo Klich e Pitt (1988), *Aspergillus aculeatus*, *A. parasiticus*, *A. tamaritii*, *A. terreus* e *A. ustus* são predominantemente de solos. *Aspergillus fumigatus* e *A. terreus* podem ser encontradas em diversos substratos, tais como solo, planta, semente e outros. Todas as espécies citadas, exceto *A. tubingensis*, têm sido isoladas de solo no Nordeste, entretanto não ocorre catalogação para o estado do Piauí (BARBOSA et al., 2020). *Aspergillus tubingensis* não está inserida na plataforma Flora do Brasil (2020), mas estudos apresentam o seu

isolamento a partir de amostras de café no Brasil (FERRACIN et al., 2009). Este estudo é o primeiro a reportar *A. tubingensis* no solo do nordeste brasileiro. Quanto à detecção de produção de amilases pelos isolados, dentre as dez espécies testadas sete testaram positivo para amilases. *Aspergillus carneus* e *Aspergillus flavus* apresentaram os maiores halos por amilases, com diâmetro de 12,0 cm, seguido de *A. parasiticus* e *A. terreus*, com diâmetro de 11,0 cm (Tabela 2).

Tabela 2. Índice Enzimático (IE) de *Aspergillus* spp. isolados de solo do Distrito Irrigado Tabuleiros Litorâneos do Piauí-DITALPI

Táxons	Diâmetro do halo por amilases (em centímetro)
<i>Aspergillus aculeatus</i> Lizuka 1953	10,3 c
<i>A. carneus</i> (Tieghem) Blochwitz 1933	12,0 a
<i>A. flavus</i> Link 1809	12,0 b
<i>A. fumigatus</i> Fresenius 1863	0,00 e
<i>A. niger</i> Tieghem 1867	8,0 d
<i>A. parasiticus</i> Speare 1912	11,0 bc
<i>A. tamarii</i> Kita 1913	10,3 c
<i>A. terreus</i> Thom 1918	11,0 bc
<i>A. tubingensis</i> Mosseray 1934	0,00 e
<i>A. ustus</i> (Bainier) Thom & Church 1926	0,00 e

Legenda: Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Os autores

Atividade amilolítica por fungos filamentosos em meio de cultura sólido em substrato específico é detectada pela formação de halo translúcido ao redor da colônia, como pode ser observado na detecção de amilases por *Aspergillus carneus* na Figura 3. A solução de iodo em contato ao amido torna o substrato de cor arroxeadada, o translúcido indica a degradação do amido por amilases (PEREIRA, 2012).



Figura 3. Halo por amilases de *Aspergillus carneus*.

Os resultados obtidos da atividade amilolítica assemelham-se com os resultados de Saleem e Ebrahim (2014), que detectaram atividade nas espécies, *Aspergillus carneus* (1,7 cm), *A. flavus* (3,3 cm), *A. niger* (3,6 cm) e *A. terreus* (2,2 cm), isoladas de sementes leguminosas, com respectivo diâmetro do halo enzimático. Todas as espécies citadas pelos autores apresentaram menor halo enzimático do que os isolados analisados neste estudo. Mukunda, Onkarappa e Prashith (2012) também detectaram a produção de amilases por *A. flavus*, *A. niger*, *A. terreus*, isolados do solo, assim como Fifendy et al. (2019), por *A. niger* isolado de arroz.

Adeniran e Abiose (2009) apresentam halo de degradação por amido em meio de cultivo sólido por isolados de *A. flavus* (2,04 cm; 2,21 cm) e *A. niger* (2,14 cm). Os diâmetros dos halos apresentados pelos fungos deste estudo foram maiores. Silva et al. (2011) também reportaram atividade amilolítica por *A. flavus* e *A. niger*, estando *A. flavus* entre os de maior índice enzimático. Guimarães et al. (2006) isolaram, do solo ou material em decomposição no estado de São Paulo, *Aspergillus flavus* e *Aspergillus niger*, relatando a produção de amilases somente por *A. flavus*. Fernandes (2009) também detectaram amilases por *A. flavus* e *A. tamarii*, isolados de amendoim e café, respectivamente. Fonseca et al. (2017), isolaram *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* e *Aspergillus tamarii* do solo da Caatinga, prosseguindo-os à análise de produção amilolítica em meio de cultivo sólido, com resultados de menor produção de amilases que os registrados neste trabalho.

Na análise qualitativa por Gopinath, Anbu e Hilda (2005), *Aspergillus flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger* e *A. terreus* não apresentaram produção de amilases, semelhante aos resultados para *A. fumigatus* neste estudo. Pereira (2012) também não detectou amilases por

*A. fumigatus*, no entanto, Adeniran e Abiose (2009) demonstraram a produção de amilases por *A. fumigatus* em análise qualitativa, assim como Mukunda, Onkarappa e Prashith (2012), Ratnasri et al. (2014) e, Saleem e Ebrahim (2014). Diferente da presente análise, *Aspergillus ustus* apresentou-se como produtor de amilases por Saleem e Ebrahim (2014) e Fifendy et al. (2019). As espécies *A. aculeatus* e *A. niger* apresentaram halo de degradação por amilases no estudo de Khokhar, Mukhtar e Mushtaq (2011).

*Aspergillus parasiticus* tem sido reportada como produtora de amilases na análise quantitativa de Araújo et al. (2019) e na avaliação qualitativa realizada por Sobral et al. (2017), corroborando, de forma efetiva, com o resultado positivo da produção de amilases por *A. parasiticus* neste estudo. Quanto aos isolados de *A. fumigatus*, *A. tubingensis* e *A. ustus*, que não apresentaram atividade amilolítica nesta avaliação, Griffin (1994) elucidou que a produção de amilases por fungos filamentosos varia de acordo com os isolados, além da temperatura e do substrato onde está inserida a espécie.

#### 4. CONCLUSÃO

Espécies de *Aspergillus* foram isoladas do solo no estado do Piauí pela primeira vez, através deste estudo. Adicionalmente, este contribui com informações sobre o potencial amilolítico de membros deste gênero. Ao mesmo tempo, destaca também a produção de amilases em análise qualitativa, apontando a necessidade de posteriores análises quantitativas.

#### 5. REFERÊNCIAS

ADENIRAN, A. H.; ABIOSE, S. H. Amylolytic potentiality of fungi isolated from some Nigerian agricultural wastes. **African Journal of Biotechnology**, [Nairobi], v. 8, p. 667-672, 2009.

ARAÚJO, J. A.; FERREIRA, N. R.; SILVA, S. H. M.; OLIVEIRA, G.; MONTEIRO, R. C.; ALVES, Y. F. M.; LOPES, A. S. Filamentous fungi diversity in the natural fermentation of Amazonian cocoa beans and the microbial enzyme activities. **Annals of Microbiology**, [Milano], v. 69, p. 975-987, 2019.

BARBOSA, R.N.; BEZERRA, J.D.P.; SANTOS, A.C.S.S.; MELO, R.F.R.; HOUBRAKEN, J.; OLIVEIRA, N.T.; SOUZA-MOTTA, C.M. Brazilian tropical dry forest (Caatinga) in the spotlight: an overview of species of *Aspergillus*, *Penicillium* and *Talaromyces* (Eurotiales) and the description of *P. vascosobrinhou* sp. nov. **Acta Botanica Brasilica**, [São Paulo], v. 34, n. 2, p. 409-429, 2020.

BORGES, L.R.; LAZZARI, S. M. N.; PIMENTEL, I. C.; NOVA, M. X. V. Diversidade de fungos filamentosos em solo de monocultivo de erva-mate, *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**. Curitiba, v. 9, n. 2, p. 185-194, 2011.

CAIRNS, T. C.; NAI, C.; MEYER, V. How a fungus shapes biotechnology: 100 years of *Aspergillus niger* research. **Fungal Biology and Biotechnology**, [Londres], v. 5, n. 3, p. 1-14, 2018.

CASTELLANO, M. A.; BEEVER, R. E.; TRAPPE, J. M. Sequestrate fungi of New Zealand: *Elaphomyces* (Ascomycota, Eurotiales, Elaphomycetaceae). **New Zealand Journal of Botany**, [Reino Unido], v. 50, n. 4, p. 423-433, 2012.

CAVALCANTI, M. A. Q.; OLIVEIRA, L. G.; FERNANDES, M. J.; LIMA, D. M. Fungos filamentosos isolados do solo em municípios na região Xingó, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, [São Paulo], v. 20, n. 4, p. 831-837, 2006.

CEPRO (CENTRO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E SOCIAIS DO PIAUÍ). **Diagnóstico Socioeconômico: Parnaíba**. Governo do Piauí, 2013. Disponível em: <http://www.cepro.pi.gov.br/diagsococo.php>. Acesso em 20 set. 2020.

CLEVELAND, T. E.; YU, J.; FEDOROVA, N.; BHATNAGAR, D.; PAYNE, G. A.; NIEMAN, W. C.; BENNETT, J. W. Potential of *Aspergillus flavus* genomics for applications in biotechnology. **Trends in Biotechnology**, [Solapur], v. 27, n. 3, p. 151-157, 2009.

COSTA, B. E. G. N.; OLIVEIRA, B. S.; CORREIA, D. C. S.; FERNANDES, K. L. A.; COELHO, L. B. M.; LEAL, M. M. F. V.; GUIMARÃES, M. A. L.; SILVA, P. M. F. S.; ALVES, Y. L. C.; LOCATELLI, G. O. Contaminações alimentares por *Aspergillus* spp. e o papel do nutricionista: uma revisão. **Evidência – Biociências, Saúde e Inovação**, [Joaçaba], v. 20, n. 1, p. 69-80, 2020.

CRUZ, R.; LIMA, J. S.; FONSECA, J. C.; FERNANDES, M. J. S.; LIMA, D. M. S.; DUDA, G. P.; MOREIRA, K. A.; MOTTA, C. M. S. Diversity of filamentous fungi of area from Brazilian Caatinga and high-level tannase production using mango (*Mangifera indica* L.) and surinam cherry (*Eugenia uniflora* L.) leaves under SSF. **Advances in Microbiology**, [Irvine], v. 3, n. [8], p. 52-60, 2013.

CRUZ, R.; RAMOS, S. M. S.; FONSECA, J. C.; SOUZA-MOTTA, C. M.; MOREIRA, K. P. Anthropization Effects on the Filamentous Fungal Community of the Brazilian Catimbau National Park. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, [Campinas], v. 41, p. 1-13, 2017.

EL-HAWARY, S. S.; MOAWAD, A. S.; BAHR, H. S.; ABDELMOHSEN, U. R.; MOHAMMED, R. Natural product diversity from the endophytic fungi of the genus *Aspergillus*. **RSC Advances**, [Cambridge], v. 10, n. [37], p. 22058–22079, 2020.



FERNANDES, Ana Paula. **Avaliação do Potencial enzimático de fungos filamentosos isolados de diferentes fontes**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 2009.

FERRACIN, L. M.; FRISVAD, J. C.; TANIWAKI, M. H.; IAMANAKA, B. T.; SARTORI, D.; SCHAPOVALOFF, M. E.; FUNGARO, M. H. P. Genetic Relationships among Strains of the *Aspergillus niger* Aggregate. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, [Curitiba], v. 5, n. special, p. 241-248, 2009.

FIFENDY, M.; PERIADNADI; INDRIATI, G.; OSNITA, S.; ANNISA, L. Isolation and activity of amylase enzyme in isolates of fungi from black rice lemang (*Oryza sativa* Siarang). **Advances in Biological Sciences Research**, [Amsterdam], v. 10, p. 46-50, 2019.

**FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 10 out. 2020.

FONSECA, T. C. S.; SILVA, P. H.; SOUZA, A. F.; BARBOSA, G. K.; MESSIAS, A. S.; SILVA, C. A. A.; CAMPOS-TAKAKI, G. M. Taxonomic Approach to *Aspergillus* sp. Isolated from Caatinga Soil and Potential to Amylase Production. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, [Kancheepuram], v. 6, n. 12, p. 3023-3028, 2017.

FRISVAD, J. C.; HUBKA, V.; EZEKIEL, C. N.; HONG, S. B.; NOVÁKOVÁ, A.; CHEN, A. J.; ARZANLOU, M.; LARSEN, T. O.; SKALENÁR, F.; MAHAKARNCHANAKUL, W.; SAMSON, R. A.; HOUBRAKEN, J. Taxonomy of *Aspergillus* section Flavi and their production of aflatoxins, ochratoxins and other mycotoxins. **Studies in Mycology**, [Utrecht], v. 93, p. 1-63, 2019.

**GLOBAL markets for enzymes in industrial applications**. BBC Research & Consulting. Disponível em: <http://bbcresearch.com/>. Acesso em: 10 de set. de 2020.

GONÇALEZ, E.; SILVA, J. L.; REIS, T. A.; NAKAI, V. K.; FELICIO, J.D.; CORRÊA, B. Produção de aflatoxinas e ácido ciclopiazônico por cepas de *Aspergillus flavus* isoladas de amendoim. **Arquivos do Instituto de Biologia**, [São Paulo], v. 80, n. 3, p. 312-317, 2013.

GOPINATH, S. C. B.; ANBU, P.; HILDA, A. Extracellular enzymatic activity profiles in fungi isolated from oil-rich environments. **Mycoscience**, [Tokyo], v. 46, p. 119-126, 2005.

GRIEBELER, N. E.; BORTOLI, V.; ASTOLFI, A. L.; DARONCH, N. A.; SCHUMANN, A. C.; SALAZAR, L. N.; CANSIAN, R. L.; BACKES, G. T.; ZENI, J. Seleção de fungos filamentosos produtores de amilases, proteases, celulasas e pectinases. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, [Fortaleza], v. 13, p. 13-22, 2015.

GRIFFIN, D. H. **Fungal physiology**. Nova Jersey: John Willey & Sons Incorporation, 1994.

GUIMARÃES, L. H. S.; PEIXOTO-NOGUEIRA, S. C.; MICHELIN, M.; RIZZATTI, A. C. S.; SANDRIM, V. C.; ZANOELO, F. F.; AQUINO, A. C. M. M.; JUNIOR, A. B.; POLIZELI, M. L. T. M. Screening of filamentous fungi for production of enzymes of biotechnological interest. **Brazilian Journal of Microbiology**, [Rio de Janeiro], v. 37, p. 474-480, 2006.

HAMED, S.; AL-WASIFY, R. S.; SELIM, M. S. Bioassay of Mycotoxins from Toxicogenic Fungi Isolated from Food Stuff. **Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences**, [Índia], v. 8, n. 3, p. 322-327, 2017.

HANKIN, L.; ANAGNOSTAKIS, S. L. The use of solid media for detection of enzyme production by fungi. **Mycologia**, [Lancaster], v. 67, p. 597-607, 1975.

HEDAYATI, M. T.; PASQUALOTTO A. C.; WARN, P. A.; BOWER, P.; DENNING D. W. *Aspergillus flavus*: human pathogen, allergen and mycotoxin producer. **Microbiology**, [Philadelphia], v. 153, n. [6], p. 1677-1692, 2007.

HOUBRAKEN, J.; KOCSUBÉ, S.; VISAGIE, C. M.; YILMAZ, N.; WANG, X. C.; MEIJER, M.; KRAAK, B.; HUBKA, V.; BENSCH, K.; SAMSON, R. A.; FRISVAD, J. C. Classification of *Aspergillus*, *Penicillium*, *Talaromyces* and related genera (Eurotiales): An overview of families, genera, subgenera, sections, series and species. **Studies in Mycology**, [Utrecht], v. 95, p. 5-169, 2020.

HOUBRAKEN, J.; VRIES, R. P.; SAMSON, R. A. Modern taxonomy of biotechnologically important *Aspergillus* and *Penicillium* species. **Advances in Applied Microbiology**, [Washington], v. 86, p. 199-249, 2014.

HUBKA, V.; NOVÁKOVÁ, A.; KOLAŘÍK, M.; JURJEVIĆ, Ž.; PETERSON, S. W. Revision of *Aspergillus* section *Flavipedes*: seven new species and proposal of section *Jani* sect. nov. **Mycology**, [Abingdon], v. 107, n. 1, p. 169–208, 2015.

HUBKA, V.; PETERSON, S. W.; FRISVAD, J. C.; YAGUCHI, T.; KUBÁTOVÁ, A.; KOLARÍK, M. *Aspergillus waksmanii* sp. nov. and *Aspergillus marvanovae* sp. nov., two closely related species in section *Fumigati*. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, [Reading], v. 63, p. 783-789, 2013.

KHOKHAR, I.; MUKHTAR, I.; MUSHTAQ, S. Isolation and Screening of Amylolytic Filamentous Fungi. **Journal of Applied Sciences and Environmental Management**, [Port Harcourt], v. 15, n. 1, p. 203-206, 2011.

KLICH, M. A. **Identification of Common *Aspergillus* species**. Utreque: Centraalbureau voor Schimmelcultures, 2002.

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

KLICH, M. Biogeography of *Aspergillus* Species in Soil and Litter. **Mycology**, [Abingdon], v. 94, n. 1, 2002.

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

LACAZ, C.S.; PORTO, E.; MARTINS, J.E.C.M.; HEIS-VACCARI, E.M.; MELO, N.T. **Tratado de Micologia médica**. 9. ed. São Paulo: Sarvier, 2002.

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

MAIA, L. C.; CARVALHO JR, A. A.; CAVALCANTI, L. D. H.; GUGLIOTTA, A. M.; DRECHSLER-SANTOS, E. R.; SANTIAGO, A. L. M. A.; CÁCERES, M. E. S.; GIBERTONI, T. B.; APTROOT, A.; GIACHINI, A. J.; SOARES, A. M. S.; GOMES-SILVA, A. C.; MAGNAGO, A. C.; GOTO, B. T.; LIRA, C. R. S.; SALVADOR-MONTOYA, C. A.; PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A.; SILVA, D. K. A.; SOARES, D. J.; REZENDE, D. H. C.; LUZ, E. D. M. N.; GUMBOSKI, E. L.; WARTCHOW, F.; KARSTEDT, F.; FREIRE, F. M.; COUTINHO, F. P.; MELO, G. S. N.; SOTÃO, H. M. P.; BASEIA, I. G.; PEREIRA, J.; OLIVEIRA, J. J. S.; SOUZA, J. F.; BEZERRA, J. L.; ARAUJO N, L. S.; PFENNING, L. H.; GUSMÃO, L. F. P.; NEVES, M. A.; CAPELARI, M.; JAEGER, M. C. W.; PULGARÍN, M. P.; MENOLLI JR, N.; MEDEIROS, P. S.; FRIEDRICH, R. C. S.; CHIKOWSKI, R. S.; PIRES, R. M.; MELO, R. F.; SILVEIRA, R. M. B.; URREA-VALENCIA, S.; CORTEZ, V. G.; SILVA, V. F. Diversity of Brazilian fungi. **Rodriguésia**, [Rio de Janeiro], v. 66, n.4, p. 1033-1045. 2015.

MARTIN, J. P. Use of acid, rose bengal, and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. **Soil Science**, [Reino Unido], v. 69, n. 3, p. 215-232. 1950.

MELO, R. F. R.; GONDIM, N. H. B.; SANTIAGO, A. L. C. M. A.; MAIA, L. C.; MILLER, A. N. Coprophilous fungi from Brazil: updated identification keys to all recorded species. **Phytotaxa**, [Auckland], v. 436, n. 2, p. 104-124, 2020.

MOJSOV, K. D.; ANDRONIKOV, D.; JANEVSKI, A.; JORDEVA, S.; KERTAKOVA, M.; GOLOMEOVA, S.; GABER, S.; IGNJATOV, I. Production and application of  $\alpha$ -amylase enzyme in textile industry. **Tekstilna Industrija**, [Serbia], v. 66, n. 1, p. 23-28, 2018.

MORGANA, R.; PANSEIRA, M. R.; SARTORI, V. C.; RIBEIRO, R. T. S. Microbiota do solo em vinhedos agroecológico e convencional e sob vegetação nativa em Caxias do Sul, RS. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [Porto Alegre], v. 8, n. 3, p. 141-151, 2013.

MUKUNDA, S.; ONKARAPPA, R; PRASHITH, K . T. R. Isolation and Screening of Industrially Important Fungi from the Soils of Western Ghats of Agumbe and Koppa, Karnataka, India. **Science Technology and Arts Research Journal**, [Nekemte], v. 1, n. 4, p. 27-32, 2012.

NISA, S.; KHAN, N.; SHAH, W.; SABIR, M.; KHAN, W.; BIBI, Y.; JAHANGIR, M.; HAQ, I. U.; ALAM, S.; QAYYUM, A. Identification and Bioactivities of Two Endophytic Fungi *Fusarium fujikuroi* and *Aspergillus tubingensis* from Foliar Parts of *Debregeasia salicifolia*. **Arabian Journal for Science and Engineering**, [Berlin], v. 45, p. 4477–4487, 2020.

OLIVEIRA, L. G.; CAVALCANTI, M. A. Q.; FERNANDES, M. J. S.; LIMA, D. M. M. Diversity of filamentous fungi isolated from the soil in the semiarid area, Pernambuco, Brazil. **Journal of Arid Environments**, [Londres], v. 95, p. 49-54, 2013.

ORLANDELLI, R. C.; SPECIAN, V.; FELBER, A. C.; PAMPHILE, J. A. Enzimas de interesse industrial: produção por fungos e aplicações. **SaBios: Revista Saúde e Biologia**, [Campo Mourão], v. 7, n. 3, p. 97-109, 2012.

PARK, H. S.; JUN, S. C.; HAN, K. H.; HONG, S. B.; YU, J. H. Diversity, Application, and Synthetic Biology of Industrially Important *Aspergillus* Fungi. **Advances in Applied Microbiology**, [Nova Iorque], v. 100, p. 161-202, 2017.

PEFNING, L.; GUSMÃO, L. F. P. **Eurotiales in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB93053>> Acesso em 20 set. 2020.

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, n. 1, p. 1-4, 2020.

PEREIRA, Vanessa Maria. **Avaliação do potencial enzimático de fungos filamentosos e otimização da produção de celulasas por *Aspergillus sulphureus* (Fresen.) Wehmer**. 2012. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 2012.

PRADE, C. A.; MATSUMURA, A. T. S.; GUERRERO, R. T.; PORTO, M. Diversidade de fungos filamentosos e microscópicos do solo em uma plantação de *Hovenia dulcis* Thumb. **Biociências**, [Porto Alegre], v. 14, n. 2, p. 101-106, 2006.

PRADE, C. A.; MATSUMURA, A. T.; OTT, A. P.; PORTO, M. L. Diversidade de fungos do solo em sistemas agroflorestais de Citrus com diferentes tipos de manejo no município de Roca Sales, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, [Porto Alegre], v. 15, n. 1, p. 73-81, 2007.

RAPER, K. B.; FENNELL, D. I. **The genus *Aspergillus***. Malabar: Robert & Krieger publishing company, 1977.

RAPER, K. B.; FENNELL, D. I. **The genus *Aspergillus***. Baltimore: Williams e Wilkins, 1965.

SALEEM, A.; EBRAHIM, M. K. H. Production of amylase by fungi isolated from legume seeds collected in Almadinah Almunawwarah, Saudi Arabia. **Journal of Taibah University for Science**, [Taibah], v. 8, p. 90-97, 2014.

SAMSON, R. A.; HOUBRAKEN, J. A. M. P.; KUIJPERS, A. F. A.; FRANK, J. M.; FRISVAD, J. C. New Ochratoxin A or sclerotium producing species of *Aspergillus* section *Nigri*. **Studies in Mycology**, [Utrecht], v. 50, p. 45–61, 2004.

SAMSON, R. A.; NOONIM, P.; MEIJER, P.; HOUBRAKEN, L.; FRISVAD, J. C.; VARGA, J. Diagnostic tools to identify black aspergilla. **Studies in Mycology**, [Utrecht], v. 59, p. 129-145, 2007.

SAMSON, R.A.; VISAGIE, C.M.; HOUBRAKEN, J.; HONG, S. B.; HUBKA, V.; KLAASSEN, C.H.; PERRONE, G.; SEIFERT, K.A.; SUSCA, A.; TANNEY, J.B.; VARGA, J.; KOCSUBÉ, S.; SZIGETI, G.; YAGUSHI, T.; FRISVAD, J.C. Phylogeny, identification and nomenclature of the genus *Aspergillus*. **Studies in Mycology**, [Utrecht], v. 78, p. 141-173, 2014.

SANTOS, F. J.; FERREIRA, J. M. S.; RIBEIRO, V. J. O.; OLIVEIRA, A. C. L.; AZEVEDO, A. G. C. **Protocolo para produção massal de fungos entomopatogênicos II- *Hirsutella thompsonii* (Fischer)**. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009.

SANTOS, Valdinar Bezerra dos Santos. **Atributos de solos sob cultivo de frutíferas em sistemas de manejo convencional, em transição e orgânico no norte do estado do Piauí**. 2010. Tese (Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 2010.

SILVA, D. C. C., TIAGO, P. V., MATTOS, J. L. S., PAIVA, L. M., SOUZA-MOTTA, C. M. Isolamento e seleção de fungos filamentosos do solo de sistemas agrofloretais do Município de Bom Jardim (PE) com base na capacidade de produção de enzimas hidrolíticas. **Revista Brasileira de Botânica**, [São Paulo], v. 34, n. 4, p. 607-610, 2011.

SIMÕES, M. F.; SANTOS, C.; LIMA, N. Structural Diversity of *Aspergillus* (Section *Nigri*) Spores. **Microscopy and Microanalysis**, [Nova Iorque], v. [19], n. [5], p. 1-8, 2013.

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, R. 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.

SOUZA-MOTTA, C. M.; CAVALCANTI, M. A. C.; FERNANDES, M. J. S.; LIMA, D. M. M.; NASCIMENTO, J. P.; LARANJEIRA, D. Identification and characterization of filamentous fungi isolates from the sunflower (*Helianthus annuus* L.) rhizosphere according to their capacity to hydrolyze insulin. **Brazilian Journal of Microbiology**, [Rio de Janeiro], v. 34, n. 3, p. 273-280, 2003.

SUN, B.; HUANG, P.; WEI, H.; CAI, W.; WANG, L.; LIU, S.; JIANG, X.; CHEN, A. *Aspergillus telluris*, a new soil derived species belonging to *Aspergillus* subgenus *Polypaecilum*. **Phytotaxa**, [Auckland], v. 455, n. 2, p. 137-151, 2020.




TABOONPONG, K.; MANOCH, L.; CHAMSWARNG, C.; PIASAI, O. Diversity of Microfungi in Marine Sediments from the Gulf of Thailand and Andaman Sea and The In Vitro Antagonistic Activity Against Plant Pathogenic Fungi. **Thai Journal of Agricultural Science**, [Bangkok], v. 47, n. 2, p. 99-108, 2014.

THOM, C.; RAPER, K. B. **A manual of the *Aspergilli***. Baltimori: Williams e Wilkins, 1945.





TSANG, C. C.; TANG, J. Y. M.; LAU, S. K. P.; WOO, P. C. Y. Taxonomy and evolution of *Aspergillus*, *Penicillium* and *Talaromyces* in the omics era: Past, present and future. **Computational and Structural Biotechnology Journal**, [Gothenburg], v. 16, p. 197-210, 2018.

VISAGIE, C. M.; HOUBRAKEN, J. Updating the taxonomy of *Aspergillus* in South Africa. **Studies in Mycology**, [Utrecht], v. 95, p. 253-292, 2020.

WARCUP, J. H. The soil-plate method for isolation of fungi from soil. **Nature**, [Reino Unido], v. 166, n. 4211, p. 117-118. 1950.

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

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

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

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