

**MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA
(ORGANIZADORA)**



**O MEIO AMBIENTE
E A INTERFACE DOS
SISTEMAS SOCIAL
E NATURAL 2**

Atena
Editora

Ano 2020

**MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA
(ORGANIZADORA)**



**O MEIO AMBIENTE
E A INTERFACE DOS
SISTEMAS SOCIAL
E NATURAL 2**

Atena
Editora

Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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

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

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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
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 Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
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
Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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
Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^a Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^a Dr^a 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 de Mato Grosso
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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
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. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
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. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
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. Eliel 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. Eivaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
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. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
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
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

O meio ambiente e a interface dos sistemas social e natural

2

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremona
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora Maria Elanny Damasceno Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

M499 O meio ambiente e a interface dos sistemas social e natural 2
[recurso eletrônico] / Organizadora Maria Elanny Damasceno
Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-278-4

DOI 10.22533/at.ed.784201008

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Meio ambiente.
3. Sustentabilidade. I. Silva, Maria Elanny Damasceno.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br


Ano 2020

APRESENTAÇÃO

Estimados leitores do Livro “*O Meio Ambiente e a Interface dos Sistemas Social e Natural*” é com satisfação que entregamos 44 capítulos divididos em dois volumes, que tratam da diversidade acadêmica em pesquisas sociais, laboratoriais e tecnológicas na área ambiental e afins.

O volume 2 destaca-se para os meios de reúso de águas e resíduos em geral com potencial de poluição. A reutilização de águas pluviais em sistemas agrícolas é uma ótima estratégia ambiental. As formas de destinação final de esgoto doméstico é tema relevante para pesquisas em regiões de bacia hidrográfica. A reciclagem de sobras da construção civil é analisada sob a perspectiva da certificação e normas ambientais.

Um estudo de caso é mencionado com um método inovador de Produção Mais Limpa aplicado em um salão de beleza. Questões de gerenciamento de resíduos em serviços de saúde básica são revistos sob a ótica de profissionais da saúde. Os aterros sanitários são fontes de substratos químicos perigosos e para isso precisam de autodepuração dos efluentes.

Medidas de monitoramento de desmatamento e queimadas em florestas é assunto importante em simulações de modelagem espacial atuais e futuras, assim como sistemas de alertas de incêndios estruturados por softwares.

As explorações vegetais e minerais são discutidas com base nos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável na tentativa de redução dos impactos advindos da urbanização. A relevância das coberturas vegetais na hidrologia do solo é objeto de pesquisas com medições por sensores em ecossistemas florestais.

As condições de equilíbrio de nutrientes químicos em solo específico é avaliado ao comparar técnicas com diferentes arranjos produtivos em plantio direto. Frutos e sementes com alta qualidade são excelentes para produção de mudas em Parque Botânico. O uso de agroquímicos não é saudável e eficiente para conter o mal-do-Panamá que acomete bananeiras, para tanto é apresentado um estudo de biocontrole da doença.

A identificação de aves silvestres e suas características comportamentais é feito com auxílio de fiscalização legal com finalidade de desenvolver um levantamento da avifauna. Nesta lógica, tem-se a criação de um catálogo de borboletas resultante da investigação em uma Reserva Particular do Patrimônio Natural. Além disso, as borboletas são bons bioindicadores de um ambiente natural saudável, sendo utilizadas para trabalhar a conscientização ambiental. A poluição do ar é verificado utilizando dados climatológicos do Instituto Nacional de Meteorologia.

As cianobactérias são exploradas em pesquisas que determinam sua curva de crescimento em ambiente simulado. As fases da lua são averiguadas ao correlacionar seus ciclos com a precipitação chuvosa, na tentativa de comprovar cientificamente a veracidade da sabedoria popular local. Concomitantemente, o conhecimento das propriedades

medicinais, alimentares e madeireiras de plantas nativas é identificada em comunidades rurais.

Por fim, a união entre a ciência e arte é testemunhada em espetáculos no Brasil e Índia ao provocar interesse no público para conservação dos recursos.

Esperamos que estes resultados envolva-os no fortalecimento da preservação dos meios naturais em meio ao sistema produtivo.

Maria Elanny Damasceno Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
RESUSO DE ÁGUA DA CHUVA PELO PROJETO IRRIGAPOTE: ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA RESILIENTE NA AMAZÔNIA	
Lucieta Guerreiro Martorano	
DOI 10.22533/at.ed.7842010081	
CAPÍTULO 2	16
AVALIAÇÃO DA DESTINAÇÃO FINAL DO ESGOTO DOMÉSTICO NA REGIÃO ALTA DA BACIA HIDROGÁFICA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA – ES / BRASIL	
Charles Moura Netto	
Sandra Maria Guisso	
Leandro José Schaffer	
DOI 10.22533/at.ed.7842010082	
CAPÍTULO 3	32
ESTUDO DE CASO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO E REUSO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Eduardo Antonio Maia Lins	
Eduardo Henrique Bezerra Cavalcanti	
Cecília Maria Mota Silva Lins	
Andréa Cristina Baltar Barros	
DOI 10.22533/at.ed.7842010083	
CAPÍTULO 4	45
PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM SALÃO DE BELEZA	
Eduarda Carvalho	
Gabriela Savicki	
Júlia de Vargas Biehl	
Rodrigo D’Avila Barros	
Roxane Oliveira	
Carlos Alberto Mendes Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.7842010084	
CAPÍTULO 5	59
CONHECIMENTO DOS PROFISSIONAIS ACERCA DO GERENCIAMENTO E DESTINO DOS RESÍDUOS DOS SERVIÇOS DE SAÚDE	
Ane Carolline Donato Vianna	
Cinoélia Leal de Souza	
Elaine Santos da Silva	
Ana Cristina Santos Duarte	
Denise Lima Magalhães	
Vanda Santana Gomes	
Adson da Conceição Virgens	
Leandro da Silva Paudarco	
Diana Êmily Mendes Guimarães	
Sandy Hellen Rodrigues de Souza	
Anne Layse Araújo Lima	
Alysson Matheus Magalhães Silva	
DOI 10.22533/at.ed.7842010085	

CAPÍTULO 6 70

DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE DESOXIGENAÇÃO: ANÁLISE DE LIXIVIADO

Liara Jalime Vernier
Patricia Rodrigues Fortes
Raphael Corrêa Medeiros
Bruno Segalla Pizzolatti
Mariza de Camargo
Juliana Scapin

DOI 10.22533/at.ed.7842010086

CAPÍTULO 7 82

MODELAGEM ESPACIAL DA DINÂMICA DO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA NA REGIÃO DA FLORESTA NACIONAL DO JAMANXIM

Jamile Costa Paes Ferreira
Alessandra Carreiro Baptista

DOI 10.22533/at.ed.7842010087

CAPÍTULO 8 95

SISTEMA DE ALERTA DE RISCO DE INCÊNDIO PARA O PANTANAL

Balbina Maria Araújo Soriano
Marcelo Gonçalves Narciso

DOI 10.22533/at.ed.7842010088

CAPÍTULO 9 104

FRAGMENTAÇÃO DAS FLORESTAS TROPICAIS URBANIZAÇÃO E O IMPACTO NA BIODIVERSIDADE

Emanoel Ferdinando da Rocha Jr
Cicera Maria Alencar do Nascimento
Tereza Lúcia Gomes Quirino Maranhão
Mabel Alencar do Nascimento Rocha
Letícia Anderson Bassi
Thiago José Matos Rocha
Adriane Borges Cabral

DOI 10.22533/at.ed.7842010089

CAPÍTULO 10 124

EFFECTO DE LA VEGETACIÓN SOBRE LOS PROCESOS HIDROLÓGICOS DEL SUELO EN ECOSISTEMAS DE CLIMA MEDITERRÁNEO: ANÁLISIS GEOGRÁFICO DESDE UN ENFOQUE REGIONAL

Javier Lozano - Parra
Jacinto Garrido Velarde
Manuel Pulido Fernández
Ramón García Marín

DOI 10.22533/at.ed.78420100810

CAPÍTULO 11 151

DINÂMICA DEL CONTENIDO HÍDRICO DEL SUELO EN ECOSISTEMAS AGROFORESTALES MEDITERRÁNEOS

Javier Lozano - Parra

DOI 10.22533/at.ed.78420100811

CAPÍTULO 12 170

AValiação DOS PROCESSOS QUÍMICOS DO SOLO EM MANEJO DE PLANTIO DIRETO NA AMAZÔNIA

Bárbara Maia Miranda

Arystides Resende Silva
Eduardo Jorge Maklouf Carvalho
Carlos Alberto Costa Veloso

DOI 10.22533/at.ed.78420100812

CAPÍTULO 13 178

MORFOMETRIA DE FRUTOS E SEMENTES DE *Dussia tessmannii* HARMS. (FABACEAE)

Ítalo Felipe Nogueira Ribeiro
Michaela Nascimento Queiroz
Pedro Raimundo Ferreira de Lima
Taís de Souza Arruda
Evandro José Linhares Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.78420100813

CAPÍTULO 14 184

BIOATIVIDADE DE METABÓLITOS VOLÁTEIS DE *Trichoderma* spp. CONTRA *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

Maria Muritiba de Oliveira
Rafael Oliva Trocoli
Pricila Fagundes Evangelista
Ester Doanni da Silva Ferreira Dias
Rozilda Pereira do Nascimento
Thaylanne Alcântara Matos
José Luiz dos Santos Silva

DOI 10.22533/at.ed.78420100814

CAPÍTULO 15 195

COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DA AVIFAUNA APREENDIDA NO SUDESTE GOIANO NO PERÍODO DE 2016 A 2019

Bruna Rafaella de Almeida Nunes
Diogo Baldin Mesquita
Idelvone Mendes Ferreira
Thatiana Martins dos Santos Mesquita

DOI 10.22533/at.ed.78420100815

CAPÍTULO 16 208

BORBOLETAS (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) DA RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL ESTAÇÃO VERACEL, PORTO SEGURO, BAHIA

Gabriel Vila-Verde
Diego Rodrigo Dolibaina
Olívia Maria Pereira Duarte
Márlon Paluch

DOI 10.22533/at.ed.78420100816

CAPÍTULO 17 234

UTILIZAÇÃO DA DIVERSIDADE DE BORBOLETAS E MARIPOSAS (LEPIDOPTERA) PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE EM TREMEDAL, BA

Mauricio de Oliveira Silva
Ananda Santos Oliveira
Thomas Leonardo Marques de Castro Leal
Marcos Anjos de Moura

DOI 10.22533/at.ed.78420100817

CAPÍTULO 18	247
ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR REGIÃO CENTRAL DE UBERLÂNDIA: ANÁLISE QUANTITATIVA DE PARTÍCULAS INALÁVEIS (MP ₁₀)	
Isaac Francisco da Silva	
Euclides Antônio Pereira de Lima	
João Victor Delfino Silva	
DOI 10.22533/at.ed.78420100818	
CAPÍTULO 19	259
ISOLAMENTO, CULTIVO E CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE <i>Geitlerinema amphibium</i> C. Agardh ex Gomont (CYANOPHYCEAE) DO RESERVATÓRIO BOLONHA (BELÉM - PA)	
Gabriel San Machado Calandrini	
Aline Lemos Gomes	
Vanessa Bandeira da Costa Tavares	
Samara Cristina Campelo Pinheiro	
Eliane Brabo de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.78420100819	
CAPÍTULO 20	267
CICLO LUNAR REGISTRADOS EM FICHAS DE DIVISÃO DE ÁGUAS DE EVENTOS PLUVIAIS ENCONTRADO EM TAPERINHA NA AMAZÔNIA	
Eliane Leite Reis de Sousa	
Lucieta Guerreiro Martorano	
Lucas Vaz Peres	
Samária Letícia Carvalho Silva Rocha	
Raphael Pablo Tapajós Silva	
Núbia Ferreira Campos	
DOI 10.22533/at.ed.78420100820	
CAPÍTULO 21	278
PLANTAS E SEUS USOS: O CONHECIMENTO TRADICIONAL DE UMA COMUNIDADE RURAL NA CAATINGA	
Mychelle de Sousa Fernandes	
Marlos Dellan de Souza Almeida	
Ana Carolina Sabino de Oliveira	
Sabrina Silva Oliveira	
Mikael Alves de Castro	
Jefferson Thiago Souza	
DOI 10.22533/at.ed.78420100821	
CAPÍTULO 22	288
DA CIÊNCIA À ARTE: ONDA DE DESPERDÍCIO – OS PERIGOS VISÍVEIS E INVISÍVEIS DO LIXO NO MAR	
Camila Burigo Marin	
Kátia Naomi Kuroshima	
DOI 10.22533/at.ed.78420100822	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	299
ÍNDICE REMISSIVO	300

BIOATIVIDADE DE METABÓLITOS VOLÁTEIS DE *Trichoderma* spp. CONTRA *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 05/06/2020

Maria Muritiba de Oliveira

Universidade Federal do Vale do São Francisco
Petrolina- Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/447042504447591>

Rafael Oliva Trocoli

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia Baiano
Senhor do Bonfim- Bahia
Universidade Federal do Vale do São Francisco
Juazeiro- Bahia
<http://lattes.cnpq.br/9443627453855564>

Pricila Fagundes Evangelista

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia Baiano
Senhor do Bonfim- Bahia
<http://lattes.cnpq.br/2512499336482811>

Ester Doanni da Silva Ferreira Dias

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia Baiano
Senhor do Bonfim- Bahia
<http://lattes.cnpq.br/2282316580055528>

Rozilda Pereira do Nascimento

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia Baiano
Senhor do Bonfim- Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7363573358268842>

Thaylanne Alcântara Matos

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia Baiano
Senhor do Bonfim- Bahia
<http://lattes.cnpq.br/2846339175916488>

José Luiz dos Santos Silva

Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia
Guanambi- Bahia
<http://lattes.cnpq.br/3629391539324676>

RESUMO: Dentre os problemas fitossanitários de importância econômica que acometem a bananeira (*Musa* spp.), a doença mal-do-Panamá, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) é considerada a mais destrutiva, provocando perdas elevadas nas principais regiões produtoras. O uso de agroquímicos é ineficiente para o controle da doença, além de provocar sérios danos à saúde humana e ao meio ambiente. Tal fato justifica a necessidade de estudos alternativos destinados ao controle da doença, sobretudo bioensaios com foco no biocontrole do patógeno. Esta pesquisa avaliou a atividade de metabólitos voláteis de seis isolados de *Trichoderma* spp. contra Foc. Para o teste de bioatividade dos compostos voláteis de *Trichoderma*, foi utilizado o método de sobreposição de culturas, em que

na parte inferior das placas foi colocado o antagonista e na parte superior foi inserido o patógeno. As placas foram incubadas em BOD a 25°C e fotoperíodo de 12 horas, durante 15 dias. O crescimento micelial foi aferido, como variável resposta, em duas medidas diametralmente opostas. Os metabólitos voláteis de *Trichoderma* spp. expressaram um percentual de inibição do crescimento micelial do patógeno variando de 14,3 a 53,4%.

PALAVRAS-CHAVE: Metabólitos secundários, biocontrole, antagonismo, mal-do-Panamá, *Musa* spp.

BIOATIVIDADE DE METABÓLITOS VOLÁTEIS DE *Trichoderma* spp. CONTRA *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

ABSTRACT: Among the phytosanitary problems of economic importance that affect the banana tree (*Musa* spp.), Panama disease, caused by the fungus *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) is considered the most destructive, causing high losses in the main producing regions. The use of agrochemicals is inefficient to control the disease, in addition to causing serious damage to human health and the environment. This fact justifies the need for alternative studies aimed at controlling the disease, especially bioassays focusing on the pathogen's biocontrol. This research evaluated the activity of volatile metabolites of six isolates of *Trichoderma* spp. against Foc. For the bioactivity test of the volatile compounds of *Trichoderma*, the method of overlapping cultures used in which the antagonist was placed at the bottom of the plates, and the pathogen was inserted at the top. The plates incubated in BOD at 25 ° C and a 12-hour photoperiod for 15 days. Mycelial growth measured as a response variable in two diametrically opposed measurements. The volatile metabolites of *Trichoderma* spp. expressed a percentage of inhibition of the mycelial growth of the pathogen, varying from 14.3 to 53.4%.

KEYWORDS: Secondary metabolites, biocontrol, antagonism, Panama disease, *Musa* spp.

1 | INTRODUÇÃO

A banana é uma das culturas mais importantes do mundo, é a quarta maior em termos de produção e no Brasil a segunda frutícola mais cultivada. A Índia é o maior produtor mundial com 884.000 ha de área colhida, produção de 30.808 milhões de toneladas e produtividade de 34,85 t ha⁻¹, seguida pela China e Indonésia, o Brasil é o quarto maior produtor mundial com uma área colhida de 449.284 ha e produção de 6.752 milhões de toneladas e uma produtividade de 15,03 t ha⁻¹ (FAO, 2018).

A bananeira é afetada por diversos problemas fitossanitários, causados por fungos, bactérias, vírus, nematoides e insetos, sendo as principais doenças o Moko da bananeira, Sigatoka-negra, Sigatoka-amarela e o mal-do-Panamá (CORDEIRO et al., 2004; AMORIM et al., 2016). Dentre as doenças fúngicas de grande importância econômica, o mal-do-Panamá, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* é considerada uma das

mais destrutivas, na ausência de manejo eficiente provoca perdas elevadas, podendo até deixar o solo impróprio por mais de 20 anos (CORDEIRO et. al., 2012).

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense* (Foc) é um fungo de solo que pode sobreviver como saprófita e forma esporos de sobrevivência, denominados clamidósporos. Estes esporos podem sobreviver na ausência do hospedeiro por vários anos, germinar e causar danos quando novos cultivos são estabelecidos (LI et al., 2013).

As bananeiras afetadas raramente produzem cachos comerciais. Sintomas nos frutos ainda não foram relatados, apesar de se conhecerem toxinas produzidas pelo patógeno, como a beauvericina e o ácido fusárico, que podem estar presentes nestas partes (LI et al., 2013). Segundo Cordeiro et al. (2005), os sintomas surgem de dois a cinco meses após a infecção e são mais facilmente observados em plantas adultas.

O mal-do-Panamá é uma doença endêmica em todas as regiões produtoras de banana do mundo. No Brasil, o problema é agravado, em função das variedades cultivadas que, na maioria dos casos, são suscetíveis. Quando ocorre em variedades altamente suscetíveis como a banana 'Maçã', provoca perdas de até 100% na produção (CORDEIRO e KIMATI, 1997). As principais formas de disseminação da doença são o contato das raízes de plantas sadias com plantas doentes, ferramentas, água de irrigação, assim como pelo homem, por animais, pela movimentação do solo e por implementos agrícolas (CORDEIRO et. al., 2012).

Métodos de controle que sejam eficientes contra o mal-do-Panamá são restritos, limitando-se às estratégias de manejo que visam a exclusão do patógeno, ou seja, a introdução da cultura em áreas livres do patógeno, e no desenvolvimento de variedades resistentes (VILJOEN, 2002). O controle químico não é eficaz para a doença, além disso, os agrotóxicos causam diversos problemas de ordem ambiental, surgimento de patógenos resistentes, efeito residual e danos à saúde humana.

Diante da crescente demanda agrícola por alternativas ecologicamente adequadas para o manejo de doenças, se faz necessário empregar medidas integradas de controle, que visem à sustentabilidade dos sistemas agrícolas, dentre as quais, o controle biológico por meio do uso de *Trichoderma* spp. que pode ser promissor no controle do mal-do-Panamá, tendo em vista os diversos mecanismos de ação desse antagonista e ausência de impactos negativos à saúde humana e ao meio ambiente.

Fungos do gênero *Trichoderma* são agentes de biocontrole bem conhecidos e extensamente utilizados contra diversos fitopatógenos, são em grande parte, notáveis produtores de antibióticos e enzimas degradadoras de parede celular de outros fungos e pela facilidade com que colonizam os diversos substratos, inclusive raízes de plantas (ROMÃO-DUMARESQ et. al., 2012; MACHADO et al., 2012). Seus vários mecanismos, atuando individualmente ou em conjunto, podem induzir efeitos supressivos sobre as doenças vegetais (HARMAN et al., 2004).

Os metabólitos voláteis produzidos por *Trichoderma* são de baixo peso molecular,

são compostos hidrofóbicos com aproximadamente 20 átomos de carbono. Essas características lhes conferem alta volatilidade à temperatura ambiente (GUO et al., 2019). O mecanismo de ação de *Trichoderma* que envolve a produção de metabólitos secundários capazes de inibir o crescimento ou a germinação de esporos do fitopatógeno alvo é denominado antibiose (CARVALHO et al., 2014).

Espécies deste gênero também atuam na ativação dos mecanismos de defesa da planta a diferentes patógenos, além de atuarem na regulação do crescimento vegetal (VINALE et al., 2008; PUÑO et al., 2011). Desse modo, o objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial antifúngico dos metabólitos voláteis produzidos por *Trichoderma* spp. contra *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Obtenção dos isolados fúngicos

Os isolados de *Trichoderma* spp. e o isolado de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* foram obtidos na Micoteca do Laboratório de Microbiologia e Fitossanidade do IF Baiano Campus Senhor do Bonfim. Ambos os isolados de *Trichoderma* spp. e de *Fusarium* foram repicados para placas de Petri contendo meio de cultura batata dextrose ágar (BDA) e levados para incubadora BOD a 25°C e fotoperíodo 12 horas por 11 dias antes da montagem do experimento.

2.2 Avaliação do efeito dos compostos voláteis de *Trichoderma* Spp.

Para verificar a bioatividade de metabólitos voláteis de *Trichoderma* spp. utilizou-se o método de sobreposição de placas proposto por Dennis e Webster (1971) em que as bases das placas de Petri contendo meio BDA receberam no seu centro um disco de ágar de 5 mm de diâmetro contendo micélio de *Trichoderma* spp., e em outras placas foram inseridos discos de micélio de 5 mm de diâmetro de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. As bases das placas contendo antagonista e patógeno foram sobrepostas, de forma que as bases superiores foram as que continham o patógeno e na parte inferior o antagonista, por fim, as placas foram incubadas em BOD a 25°C e fotoperíodo 12 horas.

Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 5 repetições. Como tratamento, foram utilizados 6 isolados de *Trichoderma* spp. em confronto com um isolado do patógeno. Como testemunha, foram utilizadas duas bases de placa de Petri contendo meio de cultura BDA na parte inferior e o patógeno na parte superior.

Quando as testemunhas se encontraram totalmente colonizadas pelo patógeno (15 dias), tomaram-se as medidas de diâmetro das colônias de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Os valores médios de percentagens de inibição pelos metabólitos voláteis foram

obtidos a partir de duas medições diametralmente opostas do crescimento micelial do patógeno e foram calculados em relação ao crescimento da testemunha, utilizando a equação (1):

$$(1) \% \text{ inibição} = Da - \frac{Db}{Da} \times 100.$$

Onde, Da: Diâmetro da testemunha e Db: Diâmetro da colônia submetida ao tratamento.

2.3 Análise estatística

Os dados de percentual de inibição dos compostos voláteis de *Trichoderma* spp. e crescimento micelial do patógeno foram submetidos à análise de variância e posteriormente aos testes de Student-Newman-Keuls (SNK) e Tukey, respectivamente ao nível de 5% de significância, com auxílio do software Sisvar 5.7 (FERREIRA, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o propósito de observar o efeito dos metabólitos voláteis dos isolados de *Trichoderma* spp. na redução do crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, foi calculado o percentual de inibição promovido pelos compostos voláteis sobre o crescimento de Foc, que resultou em uma variação de 14,3 a 53,4% na inibição do crescimento do patógeno, sendo o isolado (TC 34) o que obteve melhor desempenho, diferindo significativamente de todos os tratamentos (Figura 1).

O isolado TC33 foi o segundo melhor, inibindo 33,4% do crescimento do patógeno, diferindo significativamente da testemunha, porém não diferiu dos isolados TC15, TC32 e TC62 que tiveram um desempenho similar; já o isolado TC30, foi o que demonstrou menor inibição do patógeno (14,3%), porém não diferindo significativamente de TC15, TC32 e TC62 (Figura 1).

O melhor desempenho demonstrado pelos compostos voláteis secretados pelo isolado TC34, pode ser explicado em parte pelo fato de ter sido isolado da mesma espécie hospedeira do patógeno, (*Musa* sp.) no entanto TC33, TC32 e TC15 também foram obtidos da mesma espécie vegetal, mas obtiveram desempenho inferior, o que é explicado pela variabilidade entre isolados de *Trichoderma*.

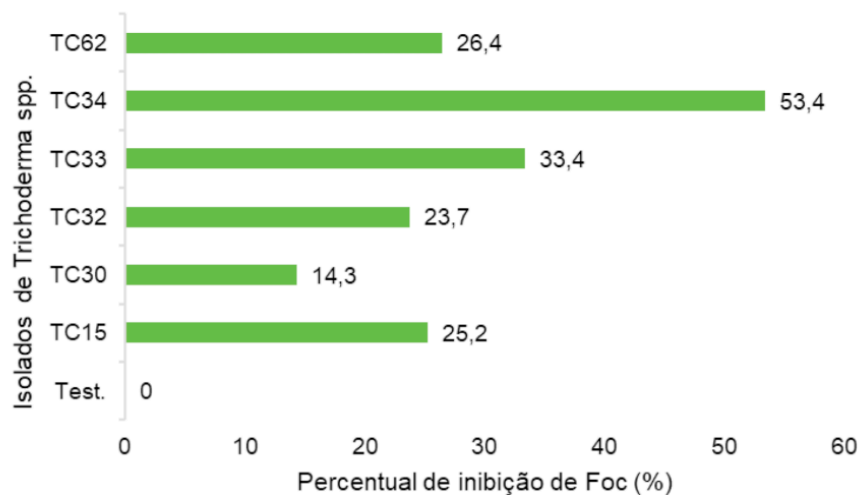


Figura1: Percentual de inibição de crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* f.sp.cubense pelos metabólitos voláteis de *Trichoderma* spp.

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK) ao nível de 5% de probabilidade.

Muitos estudos tem sido conduzidos no intuito de testar os efeitos dos compostos voláteis dos fungos do gênero *Trichoderma*, com resultados variados. Em teste *in vitro*, Isaias et al. (2014) verificaram que os metabólitos voláteis produzidos pelos isolados de *Trichoderma harzianum*, *T. koningiopsis* e *T. asperellum* apresentaram inibição de crescimento micelial de *Sclerotium rolfsii* superior a 60%. Os mesmos autores testaram os metabólitos de isolados de *Trichoderma* contra *Verticillium dahliae*, e todos os isolados testados mostraram desempenho semelhante, com ação inibitória próxima a 80%.

Ao avaliar a produção de metabólitos antifúngicos de isolados de *Trichoderma* spp. no controle de *Phytophthora nicotianae*, Melo (2015) concluiu que dos 50 isolados testados, 41 foram capazes de produzir compostos voláteis que inibiram significativamente o desenvolvimento do patógeno, com percentual de inibição variando de 15 a 65%. A secreção de metabólitos e utilização eficiente de substratos tornam *Trichoderma* um dos mais bem-sucedidos colonizadores de seu habitat (SCHUSTER e SCHMOLL, 2010).

Os metabólitos voláteis produzidos pelos fungos *Trichoderma* são de baixo peso molecular, são compostos hidrofóbicos com aproximadamente 20 átomos de carbono. Essas características lhes conferem alta volatilidade à temperatura ambiente (GUO et al., 2019).

Alguns compostos voláteis sintetizados por *Trichoderma* já foram identificados, por exemplo, ácido acético, dissulfeto de dimetil, 6-pentil- α -pirona, dibenzofurano, metanotiol e outros compostos cetônicos, policetídicos e terpenóides são mencionados como inibidores de crescimento micelial de fungos fitopatogênicos (CASTILLO et al., 2011; CHEN et al., 2016; ZEILINGER et al., 2016). Estudos têm sido desenvolvidos para elucidar a maneira pela qual esses compostos agem e muitos têm demonstrado efeito também na promoção do crescimento de plantas (LEE et al., 2016; JALALI et al., 2017; NIETO-JACOBO et al.,

2017).

Resultados inferiores aos verificados neste trabalho, foram observados por Louzada et. al. (2016) que testaram a atividade de metabólitos voláteis de *Trichoderma* spp. contra *Sclerotinia sclerotiorum* e obtiveram valores médios em percentagem de inibição do crescimento micelial na faixa de 9,5 a 21,4%. Essa diferença entre espécies de *Trichoderma* na capacidade de produzir metabólitos voláteis com potencial antifúngico é normal, pois esse mecanismo não pode ser atribuído somente à espécie, e sim, a cada isolado de *Trichoderma* dentro de uma mesma espécie.

De acordo com Harman (2006), os efeitos dos isolados de *Trichoderma* spp. diferem bastante, e os benefícios são principalmente específicos para cada isolado, portanto, não é possível generalizar as habilidades de um isolado e assumir que outros da mesma espécie funcionarão igualmente bem ou oferecerão as mesmas vantagens.

O crescimento micelial de *F. oxysporum* f. sp. *ubense* submetido à ação dos metabólitos voláteis dos isolados de *Trichoderma* spp. foi avaliado e comparado com o da testemunha que consistiu do patógeno cultivado na ausência do antagonista. O crescimento das colônias variaram de 3,02 a 5,67cm, sendo que o isolado TC34 foi o que expressou efeito superior na redução do crescimento do patógeno (3,02cm), deprimindo significativamente da testemunha e dos demais isolados testados (Tabela 1).

O isolado de *Trichoderma* TC33 foi o segundo melhor em produzir compostos voláteis com efeito na redução do crescimento micelial do patógeno, diferiu da testemunha, porém não diferiu significativamente dos isolados TC62, TC32, e TC15 que permitiram o patógeno crescer 4,78; 4,96 e 4,86 cm respectivamente. Já o isolado TC15 obteve inibição inferior a todos os demais isolados de *Trichoderma* spp. e não diferiu significativamente da testemunha (Tabela 1).

Identificação dos isolados de <i>Trichoderma</i> spp.	Ecologia/Origem I	Crescimento de Foc (cm) II
TC15	Epifítico / <i>Musa</i> sp.	4,86 bc
TC 30	Epifítico / <i>Annona squamosa</i>	5,67 cd
TC32	Epifítico / <i>Musa</i> sp.	4,96 bc
TC33	Epifítico / <i>Musa</i> sp.	4,33 b
TC34	Rizosférico / <i>Musa</i> sp.	3,02 a
TC62	Epifítico/ <i>Poecilnate parviflora</i>	4,78bc
Testemunha	<i>Musa</i> sp.	6,5 d

I: Ecologia e espécie hospedeira dos isolados

II: Crescimento de *Fusarium oxysporum* f.sp. *ubense* submetido à ação dos compostos voláteis de *Trichoderma* spp.

*CV:12,23

**Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Avaliando os metabólitos voláteis de *Trichoderma*, Amin et. al. (2010) verificaram que todos os isolados produziram metabólitos voláteis tóxicos com efeito na redução do crescimento radial dos patógenos *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc), *Rizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* e *Colletrotrichum capsici*. No caso de *Fusarium oxysporum*, *T. viride* inibiu 41,88% e *T. harzianum* inibiu 35,36%. Enquanto, no caso de *Rizoctonia solani*, *Trichoderma viride* demonstrou efeito mais eficaz na redução do crescimento micelial e produção de escleródios do patógeno com inibição de 30,58 e 65,65% respectivamente.

A síntese de compostos voláteis está associada a um dos mecanismos de ação de *Trichoderma* denominado antibiose. A antibiose, que é a inibição ou supressão do patógeno pela produção de diversas substâncias tóxicas, metabólitos voláteis e não voláteis, como os ácidos harziânico e heptelídico, e enzimas tais como alameticinas, tricholinas e glisopreninas (REINO et al., 2008).

Resultados similares ao dessa pesquisa foram encontrados por Carvalho et. al. (2011), onde verificaram que todos os isolados de *Trichoderma harzianum* testados produziram metabólitos secundários voláteis capazes de inibir o crescimento de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* com valores médios de porcentagem de inibição próximos a 50%.

Resultados expressivos do efeito dos metabólitos voláteis de *Trichoderma* foram relatados por Hoffman et. al. (2015), em que isolados de *Trichoderma spp.* produziram compostos voláteis que inibiram mais de 81% do crescimento de *Fusarium spp.* No trabalho de Bezerra et al. (2019), a ação dos metabólitos voláteis dos isolados de *Trichoderma spp.* CF/UENF441, CF/ UENF442, CF/UENF443, CF/UENF444, promoveram a inibição de 67,30 a 71,66% no crescimento de *Fusarium guttiforme*.

De acordo com Gruber e Seidl-Seiboth (2012), *Trichoderma* produz os compostos voláteis e enzimas hidrolíticas durante o crescimento em direção à hifa do patógeno, que ao degradar a parede celular dos patógenos ativam a expressão de genes envolvidos no micoparasitismo.

Como os fungos do gênero *Trichoderma* atuam por diferentes mecanismos de ação, pode-se então concluir que os isolados utilizados neste experimento que não apresentaram inibição significativa do patógeno podem ter uma ação mais efetiva através de outros mecanismos que não a produção de compostos voláteis antifúngicos.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo permitiu conhecer o efeito de metabólitos voláteis, uma das mais importantes estratégias de ação antagonista de *Trichoderma spp.* considerada eficaz para o controle de inúmeras doenças, bem como para promover a indução de resistência sistêmica e o crescimento em plantas.

Os resultados obtidos nesta pesquisa revelaram que entre os seis isolados testados, o isolado TC34 foi o que expressou melhor desempenho dos compostos voláteis, sendo

capazes de inibir 53,4% do crescimento de *Fusarium oxysporum f. sp. cubense*.

Pesquisas que busquem explorar os mecanismos de ação dos microrganismos com potencial de biocontrole, são substanciais para o aprimoramento e expansão do uso de microrganismos no controle de doenças de plantas.

Espera-se que os resultados apresentados possam contribuir para agregar conhecimento no controle biológico do mal-do-Panamá em todas as regiões produtoras de banana. Estudos futuros são necessários para identificar a nível de espécies os fungos selecionados, e avaliar a ação antagônica em condições de campo.

REFERÊNCIAS

AMIN, F.; RAZDAN, V. K.; MOHIDDIN, F. A.; BHAT, K. A.; SHEIKH, P. A. Effect of volatile metabolites of *Trichoderma* species against seven fungal plant pathogens in-vitro. **Journal of Phytopathology**, New Delhi, v. 2, (10): p. 34–37, 2010.

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. Agronômica Ceres, ed.5, v.1, p.722, São Paulo, 2016.

BEZERRA, G. A.; MUSSI-DIAS, VICENTE.; DOS SANTOS, P. H. D.; AREDES, F. A. S.; SILVEIRA, S. F. Identificação e seleção de espécies de *Trichoderma* spp. endofíticos de bromélias de restingas como agentes de biocontrole da fusariose em frutos de abacaxi. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.45, n.2, p.172-178, 2019.

CARVALHO, D. D. C.; MELO, S. C. M.; JUNIOR, M. L.; SILVA, M. C. Controle de *Fusarium oxysporum f.sp. phaseoli* in vitro e em sementes, e promoção do crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichoderma harzianum*. **Tropical Plant Pathology**, New York, v.36 (1), 2011.

CARVALHO, D. D. C. et al. Biological control of *Fusarium oxysporum f. sp. phaseoli* by *Trichoderma harzianum* and its use for common bean seed treatment. **Tropical Plant Pathology**, New York, v. 39, p. 384-391, 2014.

CASTILLO, F. D. H.; PADILLA, A. M. B.; MORALES, G.G.; SILLER, M.C.; HERRERA, R. R.; GONZALES, C. N. A.; REYES, F. C. *In vitro* antagonist action of *Trichoderma* strains against *Sclerotinia sclerotiorum* and *Sclerotium cepivorum*. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, Dubai, 6, p. 410-417, 2011.

CHEN, J.L.; SUN, S. Z.; MIAO, C. P.; WU, K.; CHEN, Y. W.; XU, L.H.; GUAN, H.L.; ZHAO, L. X. Endophytic *Trichoderma gamsii* YIM PH30019: a promising biocontrol agent with hyperosmolar, mycoparasitism, and antagonistic activities of induced volatile organic compounds on root-rot pathogenic fungi of Panax notoginseng. **Journal of Ginseng Research**, Seoul, V.40, p.315-324, 2016.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; FILHO, P. E. M. **Agência de Informação Embrapa Banana: Mal- do- Panamá**. 2012. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 30 mai. 2020.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; MEISSNER FILHO, P. E. Doenças e métodos de controle. In: BORGES A, L.; SOUZA, S, L. (Eds). **O cultivo da bananeira**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, v. 1, 1 ed., p.146-182, 2004.

CORDEIRO, Z. J. M.; KIMATI, H. **Doenças da bananeira (Musa spp)**. In: KIMATI, H. et al. Manual de fitopatologia: Doenças de plantas cultivadas. Agronômica Ceres: São Paulo, v.2, 3 ed., p.112 -153, 1997.

CORDEIRO, Z.J.M.; MATOS, A. P.; KIMATI, H. **Doenças da bananeira** (*Musa* spp.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. Manual de Fitopatologia. Agronômica Ceres: São Paulo, v.2, p.99-117, 2005.

DENNIS, C.; WEBSTER, J. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*. II. Production of volatile antibiotics. **Transactions British Mycological Society**, Manchester, v. 57, n. 11, p. 41-48, 1971.

FAO. **Statistics**. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 20 mai. 2020.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: um sistema de análise estatística por computador. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), Lavras, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GRUBER, S.; SEIDL-SEIBOTH, V. Self versus non-self: fungal cell wall degradation in *Trichoderma*. **Microbiology**, London, v.158, p.26-34, 2012.

GUO, Y.; GHIRARDO, A.; WEBER, B.; SCHNUTZIER, J. P.; PHILIP BENZ, J.; ROSENKRANZ, M. *Trichoderma* Species Differ in their volatile profiles and in antagonism toward ectomycorrhiza *Laccaria bicolor*. **Frontiers in Microbiology**, Lausanne, v.10, p.1-15, 2019.

HARMAN, G. E.; HOWELL, C. R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. *Trichoderma* species opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, London, v. 2, p. 43-56, 2004.

HARMAN, G. E. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. **Phytopathology**, Saint Paul, v.96, p.190–194, 2006.

HECK, D. W.; BATISTA, I. C. A.; MIZUBUTI, E. S. G. Murcha do *Fusarium* em bananeira: desafio frente a uma nova ameaça. In: **Desafios do manejo de doenças radiculares causadas por fungos**. LOPES, U. P.; MICHEREFF, S. F. Recife: EDUFRPE, 1 ed., 208p., 2018.

HOFFMAN, C. A.; CHAGAS, L. F. B.; SILVA, D. P.; JUNIOR, A. F. C.; SCHEIDT, G. N. Potencial de antagonismo de isolados de *Trichoderma* sp. contra os isolados de *Fusarium* sp., in vitro. **Revista Verde**, Pombal, v. 10, n.1, p. 236 - 242, 2015.

ISAIAS, C. O.; MARTINS, I.; SILVA, J. B. T.; SILVA, J. P.; MELLO, S. C. M. Ação antagônica e de metabólitos bioativos de *Trichoderma* spp. contra os patógenos *Sclerotium rolfsii* e *Verticillium dahliae*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 40, n. 1, p. 34-41, 2014.

JALALI, F.; ZAFARI, D.; SALARI, H. Volatile organic compounds of some *Trichoderma* spp. increase growth and induce salt tolerance in *Arabidopsis thaliana*. **Fungal Ecology**, 29, 67-75, 2017.

LEE, S.; YAP, M.; BEHRINGER, G.; HUNG, R.; BENNETT, W. Volatile organic compounds emitted by *Trichoderma* species mediate plant growth. **Fungal Biol. Biotechnol**, v. 3, p.1-14, 2016.

LI, C.; ZUO, C.; DENG, G.; KUANG, R.; YANG, Q.; HU, C.; SHENG, O.; ZHANG, S.; MA, L.; WEI, Y.; YANG, J.; LIU, S.; BISWAS, M. K.; VILJOEN, A.; YI, G. Contamination of bananas with beauvericin and fusaric acid produced by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. **PLoS One**, San Francisco, v.8, 2013.

LOUZADA, G. A. S.; BARBOSA, H. N.; CARVALHO, D. D. C.; MARTINS, I.; JUNIOR, M. L.; MELLO, S. C. M. Relações entre testes com metabólitos e seleção de isolados de *Trichoderma* spp. antagônicos a *Sclerotinia sclerotiorum*. **Revista Brasileira De Biociências**, Porto Alegre, v. 14, n.1, p. 9-14, 2016.

MACHADO, D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI, Z. I. *Trichoderma* no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v.35, n.26, p.274-288, 2012.

MELO, Jailla Ferreira. **Avaliação de isolados de *Trichoderma* spp. para controle de *Phytophthora nicotianae***. 2015.45 f Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, São Paulo, 2015.

NIETO-JACOBO, M. F.; STEYAERT, J. M.; SALAZAR-BADILLO, F. B.; VI NGUYEN, D.; ROSTÁS, M.; BRAITHWAITE, M.; SOUZA, J. T.; JIMENEZ-BREMONT, J. F.; OHKURA, M.; STEWART, A.; MENDOZA-MENDOZA, A. 2017. Environmental Growth Conditions of *Trichoderma* spp. Affects Indole Acetic Acid Derivatives, Volatile Organic Compounds, and Plant Growth Promotion. **Front. Plant Science**, Lousanne, v. 8, p.1-18, 2017.

PUÑO, R.; TERRAZAS, E.; ALVAREZ, T.; GIMÉNEZ, A.; MENDOZA, L.; SMELTEKOP, H.; LOZA-MURGUIA, M. Evaluación de la capacidad biocontroladora de metabólicos de *Trichoderma inhamatum*. **Journal of the Selva Andina Research Society**, La Paz, v.2, n.1, p.26-33, 2011.

REINO, J. L.; GUERRERO, R. F.; HERNÁNDEZ-GALÁN, R.; COLLADO, I. G. Secondary metabolites from species of the biocontrol agent *Trichoderma*. **Phytochemistry Reviews**, v.7, p.89-123, 2008.

ROMÃO-DUMARESQ, R. A. S.; ARAÚJO, W. L.; TALBOT, N. J.; THORNTON, C. R. RNA interference of endochitinases in the sugarcane endophyte *Trichoderma virens* 223 reduces its fitness as biocontrol agent of pineapple disease. **PLoS One**, San Francisco, v.7, ed. 47888, 2012.

SCHUSTER, A.; SCHMOLL, M. Biology and biotechnology of *Trichoderma*. **Applied Microbiology and Biotechnology**, New York, v. 87, p. 787-799, 2010.

VINALE, F.; SIVASITHAMPARAM, K.; GHISALBERTI, E. L.; MARRA, R.; SHERIDAN, L.; WOO, S. L.; LORITO, M. *Trichoderma*-plant-pathogen interactions. **Soil Biology & Biochemistry**, v.40, p.1-10, 2008.

VILJOEN, A. The status of *Fusarium* wilt (Panama disease) of banana in South Africa. **African Journal of Science**, Lynnwood, v. 98, p. 341-344, 2002.

ZEILINGER, S.; GRUBERA, S.; BANSALB, R.; MUKHERJEE, P. K. Secondary metabolism in *Trichoderma* e Chemistry meets genomics. **Fungal Biol. Rev.** v. 30, p.74-90, 2016.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agência nacional de vigilância sanitária 58
Agroindústria 104, 105, 107
Artesão 4, 5
Aterro sanitário 67, 70, 72, 73, 75, 80, 81

B

Banana 8, 185, 186, 192, 194, 213

C

Certificação ambiental 32, 43
Ciclo hidrológico 124
Coeficiente de determinação 70, 79
Comercialização ilegal 195, 197
Compostagem 61, 64
Condições climáticas 72, 95, 98, 255, 257
Corredor central da mata atlântica 230
Cubierta vegetal 125, 126, 127, 141, 144, 151, 155

D

Diagramas 45
Doenças respiratórias 248, 257

E

Emoções 290, 291
Escalas temporales 124
Estiagens 1, 8, 10
Eutrofização 261

F

Feijão bravo 178, 179, 182
Fitofisionomias 95, 98, 197, 206
Flora 106, 183, 204, 206, 207, 235, 279, 280, 285
Fossa negra 16, 21, 23, 25, 27, 28, 30
Frota de veículos 247

I

Incineração 61, 64

Insumos farmacêuticos 61

L

La cuenca experimental 127, 129, 153, 154, 155, 169

Latossolo amarelo distrófico 170, 172

Linguagem universal 288

P

Padrões de qualidade do ar 250

Parques nacionais 84

Parque zoobotânico 178, 180

Pegada ecológica 107

Península ibérica 127, 151, 152, 153

Planalto conquistense 236, 237

Polinização 197, 236, 238, 240, 241, 245

Precipitações pluviiais 273

Problemas fitossanitários 184, 185

Protagonismo juvenil 236, 245

R

Raízes de macrófitas 260, 261, 265

Reciclagem 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 60, 61, 62, 63, 65

Rede entomológica 208, 213, 225

Régua linimétrica 269, 271

Reservatório bolonha 259, 260

S

Sabedoria popular 267, 268, 276

Segurança alimentar 1, 9, 115, 116, 285

Sensores 124, 127, 129, 130, 141, 151, 154, 156, 160, 161, 162, 164, 165, 167

Simulações 82, 93

Sistema de plantio direto 170, 172, 175, 176

Software 21, 74, 75, 76, 84, 85, 94, 95, 96, 99, 100, 188, 267, 268, 271

V

Vida útil 33

Z

Zonas rurais 18, 19, 278

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

O MEIO AMBIENTE E A INTERFACE DOS SISTEMAS SOCIAL E NATURAL 2

 **Atena**
Editora

Ano 2020

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

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

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

O MEIO AMBIENTE E A INTERFACE DOS SISTEMAS SOCIAL E NATURAL 2

 **Atena**
Editora

Ano 2020