

Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar



**Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Mauricio Zadra Pacheco
(Organizadores)**

Atena
Editora

Ano 2021

Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar



**Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Mauricio Zadra Pacheco
(Organizadores)**

Atena
Editora

Ano 2021

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 Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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 Internazionele 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
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
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. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
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 Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl 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
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
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. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
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
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Miraniide 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
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
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
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andrezza 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. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
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. 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 Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
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/UFGA
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 Fenomenología & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia 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
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
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. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
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 Silvío Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Meio ambiente: enfoque socioambiental e interdisciplinar

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Mauricio Zadra Pacheco

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M514 Meio ambiente: enfoque socioambiental e interdisciplinar / Organizadores Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco, Mauricio Zadra Pacheco. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-042-8

DOI 10.22533/at.ed.428211005

1. Meio ambiente. I. Pacheco, Juliana Thaisa Rodrigues (Organizadora). I. Pacheco, Mauricio Zadra (Organizador). III. Título.

CDD 577

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A coleção “Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar” volumes 1 e 2 traz o necessário e urgente debate sobre a questão ambiental, apresentam importantes reflexões sobre desenvolvimento sustentável, e a temática do Meio Ambiente e sua faceta multidisciplinar.

O volume 1 aborda com riqueza as questões ambientais e científicas que impactam na preservação do meio, a influência dos produtos nativos na sociedade e sua utilização em ações que promovam a cíclica renovação deste mesmo meio.

Os 17 artigos perpassam por temas que se harmonizam e geram conhecimento fundamental à sociedade tanto a nível de promoção do progresso como a própria ação do ser humano como agente transformador desse meio.

Tendo como alvo pesquisadores e discentes, mas também como uma agradável referência para o leitor que busca conhecimento sobre este importante tema, a obra perpassa por áreas como desenvolvimento econômico, cadeia produtiva, utilização de óleos essenciais, geotecnologias e a promoção de políticas públicas.

Desta maneira, a obra “Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar - Volume 1”, traz à tona as experiências e estudos desenvolvidos pelos autores, sejam professores, acadêmicos ou pesquisadores, de maneira fluente e precisa.

A obra “Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar - Volume 2” é uma prazerosa leitura, seja com objetivo específico para consulta bibliográfica em um dos temas abordados, seja com objetivo de busca de conhecimento em diversas áreas, construindo conhecimento multidisciplinar através dos diversos enfoques apresentados pelos artigos deste volume.

Em 18 artigos apresentados nesse volume 2, apresenta-se a temática da Educação Ambiental como ponto focal, bem como temas que remetem à revisão da legislação ambiental, à caracterização do ambiente regional, identificação de bactérias presentes no meio ambiente brasileiro para a produção de vinho até a construção de ilhas flutuantes utilizando material reciclável.

Um leque de áreas, ações e projetos que contribuem sobremaneira para com o estudo sério e complexo que o tema exige, abordando a contribuição dos mais diversos eixos científicos na construção do saber.

A Atena Editora, como meio de promoção do conhecimento científico, tem em sua plataforma o comprometimento com a divulgação dos trabalhos seriamente desenvolvidos por professores e pesquisadores.

O compromisso com a veracidade científica, a difusão do conhecimento e a consolidação de projetos promotores da interdisciplinaridade no estudo do Meio Ambiente, com enfoque também no social são a marca desse e-book, evidenciando a Atena Editora

como plataforma consolidada para exposição e divulgação de ciência no Brasil.

A todos, uma ótima leitura!

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco

Mauricio Zadra Pacheco

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ESTUDO DA SAÚDE E DOS RISCOS AMBIENTAIS DAS MARISQUEIRAS DE SÃO FRANCISCO DO CONDE - BA

Lin Kan

Rita Maria Weste Nano

Wagna Piler Carvalho dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.4282110051

CAPÍTULO 2..... 24

QUALIDADE AMBIENTAL X AÇÕES ANTRÓPICAS: ESTUDO DE CASO EM UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA, JARAGUÁ DO SUL, SC

Mário Cesar Sedrez

Anderson José Antonietti

Miriam Hennig

Patrícia de Assis

Thomas Saalfeld Silva

DOI 10.22533/at.ed.4282110052

CAPÍTULO 3..... 33

MEDIDAS MITIGATÓRIAS PARA A RECUPERAÇÃO DE UM CÓRREGO E MATA CILIAR, EM JARAGUÁ DO SUL, SANTA CATARINA, BRASIL

Anderson José Antonietti

Mário Cesar Sedrez

Miriam Hennig

Thomas Saalfeld Silva

Patrícia de Assis

DOI 10.22533/at.ed.4282110053

CAPÍTULO 4..... 44

CARACTERIZAÇÃO DA BIOMASSA PROVENIENTE DA PALHA DO MILHO *Zea mays* PARA ANÁLISE DA VIABILIDADE DE PRODUÇÃO DE BRIQUETE

Isaac Anderson Alves de Moura

Joelda Dantas

Nyara Aschoff Cavalcanti Figueirêdo

Rogério Moura Maia

Daguimar Ferreira de Sousa

Ingrid Lélis Ricarte Cavalcanti

Riuzuani Michelle Bezerra Pedrosa Lopes

DOI 10.22533/at.ed.4282110054

CAPÍTULO 5..... 54

CINÉTICA DE DECAIMENTO DE PATÓGENOS ENTÉRICOS EM FARINHA DE CARNE E OSSO SOB CONDIÇÕES SUBTROPICAIS DE TEMPERATURA

Fabiane Toniazzo

Martha Mayumi Higarashi

Nivia Rosana Weber Peter

Daniel Celestino Fornari Bocchese
Helton Araujo Couto Carneiro
Denilson Lorenzatto
Marinara da Silva Machado
Deivid Roque de Moraes
Tainá Seidel Durante
Aline Viancelli
William Michelin

DOI 10.22533/at.ed.4282110055

CAPÍTULO 6..... 63

IDENTIFICAÇÃO DE GENES DE RESISTÊNCIA À FERRUGEM-DA-FOLHA EM TRIGO COMO ESTRATÉGIA PARA SEGURANÇA ALIMENTAR E AMBIENTAL

Sabrina Fátima Dreyer
Fátima Husein Abdalla
Sandra Patussi Brammer
Cássia Canzi Ceccon

DOI 10.22533/at.ed.4282110056

CAPÍTULO 7..... 75

INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DAS CINZAS DE CARVÃO EM MISTURAS ASFÁLTICAS DENSAS

Estéfani Clara
Breno Salgado Barra

DOI 10.22533/at.ed.4282110057

CAPÍTULO 8..... 95

COCOS NUCIFERA L. A REVIEW OF THEIR BIOMASS IN BRAZIL

Lucas dos Santos Azevedo
Simone Ramires
Samuel Vinícios Bonato
Diego Marisco Perez
Beatriz Ferreira Webber

DOI 10.22533/at.ed.4282110058

CAPÍTULO 9..... 114

ESTUDO DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM EM BALDES COM O USO DE DIFERENTES TIPOS DE INOCULANTES

Ester Pereira de Souza
Lucélia Souza Barbosa
Janaina Anacleto Nunes
Juliano da Cunha Gomes

DOI 10.22533/at.ed.4282110059

CAPÍTULO 10..... 123

REMOÇÃO DE PARACETAMOL UTILIZANDO RESÍDUOS DA CASCA DE ARROZ COMO BIOSSORVENTE

Renata Farias Oliveira

Lucas Winter

Nádia Teresinha Schröder

DOI 10.22533/at.ed.42821100510

CAPÍTULO 11..... 136

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO REPELENTE NATURAL CONTENDO O ÓLEO ESSENCIAL DE ALECRIM (*Rosmarinus officinalis* L.)

Juliane Tormena Bresciani

Ariana Ferrari

Daniele Fernanda Felipe

DOI 10.22533/at.ed.42821100511

CAPÍTULO 12..... 145

ÓLEOS ESSENCIAIS, UMA ALTERNATIVA AO USO DOS INSETICIDAS NA AGRICULTURA: BREVE REVISÃO

Glaucilane dos Santos Cruz

Ismaela Maria Ferreira de Melo

Carolina Arruda Guedes

Valéria Wanderley Teixeira

Álvaro Aguiar Coelho Teixeira

Maria Clara da Nobrega Ferreira

Kamilla de Andrade Dutra

Daniela Maria do Amaral Ferraz Navarro

Camila Santos Teixeira

Jose Vargas de Oliveira

Catiane Oliveira Souza

DOI 10.22533/at.ed.42821100512

CAPÍTULO 13..... 154

EFEITOS SUBLETAIS DOS ÓLEOS ESSENCIAIS E DE SEUS COMPOSTOS NA NUTRIÇÃO E REPRODUÇÃO EM INSETOS

Glaucilane dos Santos Cruz

Valeria Wanderley Teixeira

Álvaro Aguiar Coelho Teixeira

José Vargas de Oliveira

Ismaela Maria Ferreira de Melo

Maria Clara da Nobrega Ferreira

Carolina Arruda Guedes

Kamilla de Andrade Dutra

Daniela Maria do Amaral Ferraz Navarro

Catiane Oliveira Souza

DOI 10.22533/at.ed.42821100513

CAPÍTULO 14..... 164

CONSEQUÊNCIAS DO USO EXCESSIVO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS EM ABELHAS: UMA DAS PROVÁVEIS CAUSAS DO CCD

Catiane Oliveira Souza

Valeria Wanderley Teixeira

Álvaro Aguiar Coelho Teixeira
Glaucilane dos Santos Cruz
Carolina Arruda Guedes
Júlio César dos Santos Nascimento
Camila Santos Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.42821100514

CAPÍTULO 15..... 172

ESPACIALIZAÇÃO DAS SUBCLASSES DE CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DE UMA MICROBACIA ATRAVÉS DE GEOPROCESSAMENTO, VISANDO A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS

Sérgio Campos
Fábio Villar da Silva
Marcelo Campos

DOI 10.22533/at.ed.42821100515

CAPÍTULO 16..... 182

FRAGILIDADE AMBIENTAL DO RIBEIRÃO ÁGUA DA LÚCIA – BOTUCATU (SP), VISANDO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Sérgio Campos
Felipe de Souza Nogueira Tagliarini
Marcelo Campos

DOI 10.22533/at.ed.42821100516

CAPÍTULO 17..... 194

MAPEAMENTO DE VOÇOROCAS NO CINTURÃO VERDE DE ILHA SOLTEIRA (SP)

Adriano Souza
Artur Pantoja Marques
Amandio José Cabral D'Almeida Júnior

DOI 10.22533/at.ed.42821100517

SOBRE OS ORGANIZADORES 207

ÍNDICE REMISSIVO..... 208

IDENTIFICAÇÃO DE GENES DE RESISTÊNCIA À FERRUGEM-DA-FOLHA EM TRIGO COMO ESTRATÉGIA PARA SEGURANÇA ALIMENTAR E AMBIENTAL

Data de aceite: 03/05/2021

Sabrina Fátima Dreyer

Biomédica. Universidade Luterana do Brasil
Campus Carazinho
<http://lattes.cnpq.br/6442506722992158>

Fátima Husein Abdalla

Biomédica. Universidade Luterana do Brasil
Campus Carazinho
<http://lattes.cnpq.br/7953691285006874>

Sandra Patussi Brammer

Bióloga, Pesquisadora. Empresa Brasileira de
Pesquisa Agropecuária – Embrapa Trigo
Passo Fundo – RS
<http://lattes.cnpq.br/0831352052358625>

Cássia Canzi Ceccon

Bióloga, bolsista DTI/CNPq. Empresa Brasileira
de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Trigo
Passo Fundo – RS
<http://lattes.cnpq.br/3095134137550295>

RESUMO: O trigo, *Triticum aestivum* L., se destaca pela importância como produto do consumo humano e animal, porém, têm sua produção afetada por mudanças climáticas e ocorrência de doenças, dentre estas, se destaca a ferrugem-da-folha, causada pelo fungo *Puccinia triticina* Eriks, o qual acaba por reduzir a produtividade e afetar a segurança alimentar desta cultura. Para aumento da resistência na planta, destaca-se a translocação recíproca 1BL.1RS, provinda de *Secale cereale*, e as translocações 7DL.7Ae,

3DL.3Ae, provindas de *Thinopyron ponticum*. O objetivo do estudo foi verificar a resistência genética à ferrugem-da-folha em cinco cultivares de trigo para prospecção de fontes genéticas seguras do ponto de vista alimentar e ambiental. Para isto se utilizou técnicas de Hibridização Genômica *In Situ* (GISH) e de marcadores moleculares de DNA, relacionando-as com as avaliações fitopatológicas e a efetividade da mistura de cinco raças de *P. triticina*. Por meio da GISH, verificou-se a translocação 1BL.1RS na cultivar BRS 296 e pelo marcador molecular 011B3/011B5-Lr26 a identificação do gene Lr26, também para essa cultivar, que conferiu resistência à *P. triticina*, confirmada pela análise fitopatológica com severidade de 10%. Dessa forma, foi possível a identificação da resistência à ferrugem-da-folha do trigo destacando que a seleção de cultivares com resistência genética ao patógeno causador da ferrugem-da-folha, permitirá diminuição do emprego de fungicidas e, como consequência, alimentos mais saudáveis e seguros ambientalmente.

PALAVRAS-CHAVE: Marcadores moleculares, PCR, translocações cromossômicas, *Puccinia triticina*, *Triticum aestivum*

IDENTIFICATION OF LEAF RUST RESISTANCE GENES IN WHEAT AS A STRATEGY FOR FOOD AND ENVIRONMENTAL SECURITY

ABSTRACT: Wheat, *Triticum aestivum* L., stands out for its importance as a product of human and animal consumption, however, its production is affected by climatic changes and the occurrence of diseases, including leaf rust, caused by the

fungus *Puccinia triticina* Eriks, which reduce the productivity and affect the food security of this crop. The different translocations are known between the cereals, standing out the reciprocal 1BL.1RS, coming from the *Secale cereale*, and the translocations 7DL.7Ae, 3DL.3Ae, coming from the *Thinopyron ponticum*. The objective of the study was to verify the genetic resistance to leaf rust in five wheat cultivars for prospecting of food and environmental safe genetic sources. Genomic In Situ Hybridization (GISH) and DNA molecular markers techniques were used, relating them to phytopathological evaluations and the effectiveness of the mixture of five *P. triticina* races. Through GISH, translocation has been verified in the 1BL.1RS on the cultivar BRS 296 and the molecular marker 011B3 / 011B5-*Lr26* identified the *Lr26* gene, also for this cultivar, which conferred resistance to *P. triticina*, confirmed by phytopathological analysis with 10% of severity. In our study it was possible to identify resistance to wheat leaf rust, in this way, the selection of cultivars with genetic resistance to the leaf, rust pathogen will reduce the use of fungicides and, as a result, healthier and more environmentally safe foods.

KEYWORDS: Molecular markers, PCR, chromosomal translocations, *Puccinia triticina*, *Triticum aestivum*.

1 | INTRODUÇÃO

O trigo cultivado, *Triticum aestivum* L., é de extrema importância tanto no setor alimentício como no econômico, além de ser a terceira cultura dos cereais de maior produção no mundo, ficando atrás do arroz e milho. O grão é usado principalmente para consumo humano, pois possui carboidratos (60-80%), gorduras, vitaminas B e E, minerais e proteínas. Esta espécie é responsável por suprir 20% das calorias ingeridas pela população mundial, e também no desenvolvimento de produtos não alimentícios e na alimentação animal (BARBIERI; STUMPF, 2008).

A produção tritícola no Brasil/safra 2020 foi de 6,4 milhões de toneladas (IBGE, 2020), sendo que o consumo brasileiro estimado ultrapassa a marca de 12 milhões de toneladas (CONAB, 2020), evidenciando que a demanda é maior que a produção interna, tornando a importação necessária (FINGER et al., 2017).

Fatores ambientais e a incidência de doenças, como é o caso da ferrugem-da-folha, causada pelo fungo *Puccinia triticina* Eriks, afetam com frequência, a produtividade e a qualidade do produto final do trigo. O fungo é altamente destrutivo, atacando principalmente as folhas e, por ser biotrófico, os nutrientes são retirados nas células vivas do hospedeiro (FINGER et al., 2017). Além do impacto econômico, o controle químico da ferrugem-da-folha do trigo causa também um impacto à biodiversidade, à saúde humana e animal a ao ambiente, uma vez que, a cultura do trigo tem importância estratégica para o Brasil, por constituir um dos principais produtos do agronegócio nacional.

A ferrugem-da-folha do trigo é limitante do aumento sustentável da produção de trigo, representando assim, uma ameaça real à segurança alimentar, restringindo à estabilidade da produção global do grão. O manejo da doença é essencial para o aumento e estabilidade da produção mundial, sendo o desenvolvimento e adoção de cultivares resistentes o método

mais eficaz e sustentável, contribuindo na redução do uso de fungicidas e superando os riscos ambientais e à saúde humana, um componente essencial dos sistemas modernos de produção sustentáveis (SAVADIA et al., 2018).

O melhoramento genético tem como uma das suas metas a incorporação de resistência genética nas cultivares, possibilitando minimizar as perdas de produção, decorrentes de doenças fúngicas, como é o caso da ferrugem-da-folha em trigo (MUTARI et al., 2017). As relações citotaxonômicas e a descoberta da imensa variabilidade dentro do gênero *Triticum* e da tribo *Triticinae*, aliada a possibilidade de introgressões gênicas visando à resistência aos estresses bióticos e abióticos, devem ser acompanhadas por métodos cada vez mais eficientes. Isso porque ao ocorrer das hibridações, muitas vezes pode haver translocações recíprocas entre os cromossomos dos genitores, o que pode tornar-se benéfica na incorporação de genes agronomicamente importantes (MORAES-FERNANDES et al., 2000).

Entre as translocações mais comuns, se destaca a 1BL.1RS, um rearranjo natural envolvendo o braço longo (L) do cromossomo 1 do trigo (genoma BB) com o braço curto (S) do cromossomo 1 do centeio (genoma RR) (CASASSOLA; BRAMMER, 2011). Apesar dessa translocação ser proveniente de um número pequeno de cultivares de centeio, vários genes de resistência foram mapeados do 1RS, como o gene *Lr26* (IQBAL; RAYBURN, 1995), tendo relatos que a transferência de material genômico é verificada com efeitos positivos na estabilidade e poder de adaptação da planta, além do aumento no rendimento de grãos e resistência a doenças e estresses bióticos (CASASSOLA; BRAMMER, 2011). Translocações entre *Thinopyrum ponticum* (= *Agropyron elongatum*) e *T. aestivum* também são recorrentes.

As hibridizações transferem genes de resistência a diversas doenças, inclusive à ferrugem-da-folha (LI; WANG, 2009). O gene *Lr19* foi pioneiro na hibridização entre essas espécies, caracterizado como 7DL.7Ae, localizado no braço longo do cromossomo 7 de *Th. ponticum*, transferido para o braço 7DL do cromossomo do trigo. Há ainda algumas cultivares de trigo com o gene *Lr24*, presente na translocação 3DL.3Ae, na qual confere resistência para raças de *P. triticina* detectados em alguns continentes, inclusive na América do Sul.

Dentre as estratégias para identificar os genes de resistência, além das avaliações fitopatológicas tradicionais, tem-se a Hibridização Genômica *In Situ* – GISH, método eficaz para discernir cromossomos de diferentes genomas parentais (BRAMMER et al., 2013). Outra excelente ferramenta são os marcadores moleculares de DNA, devido à identificação de qualquer variante alélica. A Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), associada aos marcadores microssatélites, vem sendo usada rotineiramente para a identificação de genes relacionados à resistência a doenças, aumentando a eficiência de seleção de genótipos de interesse (DA SILVA et al., 2008). Tais marcadores são altamente informativos e de grande potencialidade em estudos de similaridade/diversidade genética, principalmente

pelo elevado polimorfismo gerado (VIEIRA et al., 2016). Inúmeros são os marcadores PCR específicos para identificação de genes que conferem resistência à ferrugem-da-folha, destacando-se o *Lr19* (SHARMA; KNOTT, 1966), *Lr24* (SCHACHERMAYER et al., 1995) e *Lr26* (CASASSOLA; BRAMMER, 2011).

Nesse contexto, a pesquisa teve como objetivo verificar a resistência à ferrugem-da-folha em cultivares de trigo, através de análises fitopatológicas e cito-moleculares.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido nos Laboratórios de Biotecnologia e de Ferrugens da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Trigo), da cidade de Passo Fundo, RS. A pesquisa experimental se baseou na verificação da resistência genética de cinco cultivares de trigo frente ao fungo *P. triticina*, causador da ferrugem-da-folha, através de análises fitopatológicas, e identificação, por meio de técnicas cito-moleculares, translocações cromossômicas, associadas com a resistência genética, providas de rearranjos cromossômicos do Centeio BR 1 e de *Th. ponticum* em trigo.

Seleção do material vegetal

As amostras vegetais foram as seguintes cultivares de trigo: BRS 194, BRS 296, IAC13-Lorena, Morocco e Toropi, sendo que as genealogias de cada cultivar são destacadas na Tabela 1. Como bloqueio para a GISH foi utilizado a cultivar Trigo BR 35 e como sondas a cultivar Centeio BR 1 e a espécie *Th. ponticum*. Com relação ao fungo *P. triticina* foram combinadas seis raças em um único inóculo: B34, B50, B55, B57, B59 e B60. Todos os materiais biológicos são da Embrapa Trigo, Passo Fundo/RS.

Cultivar	Genealogia
BRS 194	EP 14/BR 23//CEP 17
BRS 296	PF 93232/Cook*4/VPM1
IAC 13-Lorena	Ciano 67/IAS 51
Morocco	Florence/Aurore
Toropi	Petiblanco 8//Frontana 1971-37/Quaderna A

Tabela 1. Cultivares de trigo avaliadas e respectivas genealogias

Fonte: Sousa e Caierão (2014).

2.1 Procedimentos metodológicos

2.1.1 Identificação de translocações cromossômicas via Hibridização Genômica In Situ

Todos os procedimentos da GISH seguiram a metodologia descrita por BRAMMER et al. (2013). As cultivares BRS 194, BRS 296, IAC13-Lorena, Morocco e Toropi tiveram suas raízes coletadas e fixadas em Carnoy (3:1 – álcool etílico absoluto:ácido acético glacial) por 24 horas em temperatura ambiente, seguida de manutenção em álcool 70% a -20° C, até o preparo das lâminas citológicas.

A cultivar de trigo BR 35, de centeio BR 1 e a espécie *Th. ponticum* passaram por processo de extração de DNA pelo método brometo de cetiltrimetilamônio (CTAB) (DOYLE; DOYLE, 1990). As sondas centeio BR 1 e *Th. ponticum* foram marcadas por meio do kit High Prime DNA Labeling (Sigma) e com o fluorocromo Fluorescein-12-2'-deoxy-uridine-5'-triphosphate (Sigma). As hibridizações também seguiram o protocolo validado por BRAMMER et al. (2013), utilizando-se filtros adequados em microscopia de epifluorescência (Zeiss – Axioxcop FL40) para os corantes isotiocianato de fluoresceína (FITC) e 4'-6-diamidino-2-phenylindole (DAPI). Para as hibridizações das translocações (1BL.1RS; 7DL.7Ae; 3DL.3Ae) foram selecionadas dez lâminas, sendo que para a confirmação desses rearranjos foram analisadas, no mínimo, dez células com os cromossomos bem dispersos, devidamente identificadas e fotografadas, utilizando-se o programa Axion Vision Release 4.8.2. (Zeiss) e por tratamento no programa Adobe Photoshop.

2.1.2 Postulações de genes por meio de marcadores de DNA

A postulação dos genes foi realizada a partir da técnica da Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) convencional, baseado em CASASSOLA (2012) e DA SILVA et al. (2008). A extração de DNA foi realizada pelo método CTAB (DOYLE; DOYLE, 1990), ajustando o DNA na concentração de 25 ng/μl. A quantificação foi feita em gel de agarose 0,8% e visualizado com brometo de etídeo. A seleção dos primers foi realizada conforme disponível na literatura, selecionando e testando os seguintes: gene *Lr19*, primer GB; gene *Lr24*, primer SCAR; gene *Lr26*, primer 011B3/011B5 (Tabela 2). Para validar a técnica, foi utilizado controles positivos e negativos com base nos resultados de CASASSOLA (2012), DA SILVA et al. (2008) e LI; WANG (2009), citados respectivamente: Agatha e Embrapa 27 para o gene *Lr19*, primer GB; IAPAR 60 e BR18 para o gene *Lr24*, primer SCAR; PF 940110 e PF 9127 para o gene *Lr26*, primer 011B3/011B5. As reações da PCR foram realizadas em 20μl de solução, como descrito: 2 μl de tampão PCR a 10X, 2 μl de MgCl₂ a 25 mM, 0,7 μl de cada dNTP a 2,5 mM, 0,4 μl de primer (reverse e forward) a 10 μM, 0,20μl de Taq DNA polimerase a 5 U/μl, 4μl de DNA amostra a 25 ng/μl, completando com 8,6 μl de água ultrapura. As amplificações foram conduzidas em GeneAmpThermal Cycler 9700 (Applied

Biosystems) utilizando-se a seguinte programação: um ciclo a 94°C por 3 min; 5 ciclos de 94°C por 1 minuto, 60°C por 1 minuto, touchdown decrescendo 1°C por ciclo até 50°C, e 72°C por 1 minuto, 30 ciclos de 94°C por 1 minuto, 55°C por 1 minuto, 72°C por 1 minuto, permanecendo em 72°C por mais 10 minutos, após manter-se em 10 °C até realização da eletroforese. Os produtos das amplificações foram resolvidos em gel de agarose a 2,5%, corados com brometo de etídio e visualizados sob luz ultravioleta no Fotodocumentador Gel Doc XR+ System (Bio-Rad), e por tratamento no programa Adobe Photoshop.

Gene	Primer	Sequência	Espécie*	Referência
<i>Lr19</i>	GB	CATCCTTGGGGACCTC CCAGCTCGCATACATCCA	TP	Sharma e Knott (1996)
<i>Lr24</i>	SCAR	TGGCACATGAACTCCATACG TCTAGTCTGTACATGGGGGC	TP	Schachermayr <i>et al.</i> (1995)
<i>Lr26</i>	011B3/011B5	GTTGCTGCTGAGGTTGGTTC GGTACCAACAACAACACCC	SC	Iqbal e Rayburn (1995)

*TP (*Thinopyrum ponticum*); SC (*Secale cereale*).

Tabela 2. Sequência dos primers utilizados, associados aos seus respectivos genes e espécies envolvidas com as introgressões gênicas em trigo

2.1.3 Avaliações fitopatológicas: análise em plântulas e fase intermediária de desenvolvimento

As cultivares de trigo foram inoculadas com um mix de seis raças do fungo *P. triticina*, B34, B50, B55, B57, B59 e B60, conforme protocolo de BRAMMER et al. (2004). A técnica foi realizada nas fases de desenvolvimento de plântula (única folha) e planta intermediária (5 – 6 folhas). Os uredosporos foram suspensos em óleo mineral (Soltról) na concentração de 1,5mg/ml, inoculados sob pulverização e incubado em câmara escura à 20°C com umidade à 80% por 18 horas. Após, as plantas foram mantidas em casa de vegetação sob condições de 22-26° C e as análises fitopatológicas foram realizadas 16 dias após a inoculação do patógeno. Para a fase de plântula, as pústulas foram analisadas na escala de ROELFS et al. (1992), sendo que os tipos de infecção (0), (:), (1) e (2) são considerados como indicativos de resistência do hospedeiro, enquanto que infecções do tipo (3), (4) e (X) indicam suscetibilidade. Na fase de planta intermediária, foi empregada a escala de Cobb modificada, conforme descrito em PETERSON et al. (1948), e atualizado por ROELFS et al. (1992), sendo que a severidade vai de 0 a 99% de área foliar infectada, complementada pelo tipo de reação: S, suscetível; MS, moderadamente suscetível; MR, moderadamente resistente; R, resistente. Os resultados foram comparados com demais testes cito-moleculares e apresentados de forma qualitativa.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a técnica da GISH é possível identificar diferentes genomas, verificando possíveis translocações entre espécies. Esse método, que utiliza como sonda o DNA genômico, é muito utilizado no estudo de translocações específicas, mas, também é possível utilizá-lo na identificação de introgressões gênicas, fenômeno caracterizado por pequenos fragmentos cromossômicos translocados, não respondendo por um braço inteiro no genoma. Ressalta-se a introgressão gênica caracterizada por um fluxo de alelos entre espécies, desempenhando importância na evolução das plantas, pois é responsável pela diversificação entre espécies (BRAMMER et al., 2013).

Deste modo, utilizamos a técnica de GISH com a finalidade de analisar o genoma das cultivares de trigo BRS 194, BRS 296, IAC13-Lorena, Morocco e Toropi, com a cultivar Centeio BR 1 e a espécie *Th. ponticum*. Ao realizarmos a análise da GISH com Centeio BR 1, observamos a translocação 1BL.1RS apenas na cultivar de trigo BRS 296 (Figura 1A). Estudo de CHAHOTA et al. (2015) identificaram a translocação 1BL.1RS em cerca de 50% das linhas estudadas, afirmando que esse cruzamento é comum entre espécies de *T. aestivum* e centeio. No trabalho realizado por KUMAR et al. (2003) foi visualizada a translocação 1BL.1RS em cultivares de trigo, com o auxílio da técnica GISH. Entretanto, cabe ressaltar que nesse estudo é utilizada uma segunda técnica de apoio com marcadores moleculares.

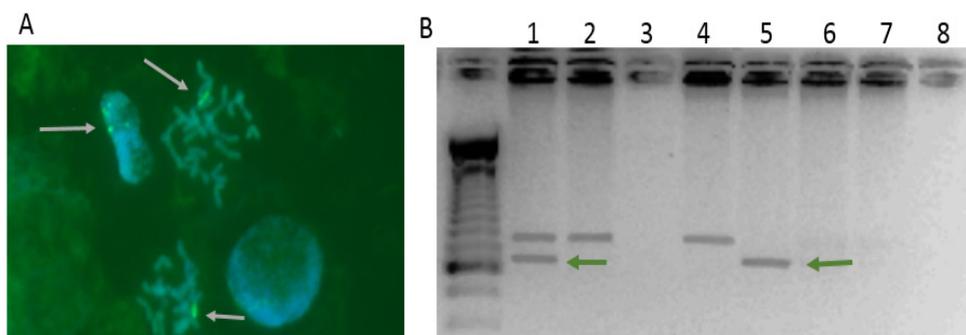


Figura 1. (A) Identificação da translocação 1BL.1RS via Hibridização Genômica *In Situ* (GISH) na cultivar de trigo BRS 296, usando DNA de centeio como sonda (seta) e de trigo como bloqueio. (B) Amplificação via PCR do marcador molecular 011B3/011B5-Lr26. Os produtos foram separados em gel de agarose 2% e corados com brometo de etídeo. Marcador Ladder de 100pb. Genótipos: (1) PF 940110 = controle positivo referente a banda de 350pb (seta); (2) PF 9127 = controle negativo; (3) sem amostra = branco; (4) BRS 194; (5) BRS 296; (6) IAC 13-Lorena; (7) Morocco; (8) Toropi.

Contudo, no presente estudo, não conseguimos observar com exatidão se o material possui as demais translocações. Conforme estudo realizado por SIBIKEEV et al.

(2016) a identificação da translocação 7DL.7Ae através de cariótipo em linhas de trigo L195, foi confirmando o devido resultado sob o método de FISH. Em relação à translocação 3DL.3Ae, devemos levar em consideração os resultados obtidos por GUPTA et al. (2006), onde foram testados 16 microssatélites localizados no genoma 3D, não obtendo associação ao gene *Lr24*. Ainda, destacam a falta de recombinação entre o fragmento translocado de *Th. ponticum* e *T. aestivum* no qual podem não estar ligado totalmente ao gene *Lr24*. Além disso, apresentam os dados de apenas 6% de recombinação entre esse gene e o marcador utilizado na pesquisa, sugerindo marcações localizadas dentro de fragmentos translocados.

Os marcadores microssatélites (SSR) possuem polimorfismos entre indivíduos próximos, isto, aliado à especificidade e alta reprodutibilidade aumentam a sensibilidade na amostra. Portanto, utilizamos a técnica de PCR como metodologia de auxílio na comprovação da ausência das translocações 7DL.7Ae e 3DL.3Ae nas cultivares de trigo do presente estudo, como também, para comprovar via marcador molecular a translocação 1BL.1RS observada na cultivar de trigo BRS 296. Além disso, se destaca que os marcadores moleculares são uma ferramenta de grande importância no estudo de hibridizações, pois são capazes de detectar níveis baixos de introgressões.

Através da análise de PCR não observamos a amplificação dos genes *Lr19* e *Lr24*. Entretanto, o primer GB associado ao gene *Lr19* apresentou bandas inespecíficas, inviabilizando-o como um marcador. Do mesmo modo, também não observamos a amplificação do gene *Lr24* nas amostras analisadas e no controle IAPAR 60. Com isso, repetimos a PCR com o mesmo primer SCAR, mas com o acréscimo de uma segunda amostra controle positiva, caracterizada como PF 9099 (DA SILVA et al., 2008). Entretanto, ainda não observamos a amplificação de nenhum dos genes, o que sugere uma provável inconsistência com o primer utilizado. Se não há um conhecimento específico de determinada espécie e o seu agente, o primer desenhado pode tornar-se inadequado, e, conseqüentemente, levar a resultados imprecisos. Nesse sentido, uma busca criteriosa por mais marcadores ou o desenvolvimento de marcadores PCR específicos é extremamente importante. Vale destacar que apesar dos SSR estarem associados/ligados aos genes *Lr*, tornando-os úteis na identificação de características difíceis de localizar, há limitações na técnica, quando não se tem o conhecimento das sequências estudadas ou de marcadores PCR específicos (SCHNEIDER et al., 2018).

Para o gene *Lr26*, observamos a amplificação de alelos para a cultivar de trigo BRS 296 (Figura 1B). Vale ressaltar a ocorrência da amplificação de dois alelos, o que sugere um responsável à recessividade, e outro, responsável pela dominância. Tal sugestão deve-se levar em conta o resultado esperado na amplificação dos genes, pois, somente a cultivar BRS 296 apresentou duas bandas, as mesmas do controle positivo (PF 940110).

Essa translocação é benéfica no rendimento de grãos e na resistência às doenças (CASASSOLA; BRAMMER, 2011), o que confirmamos na análise fitopatológica. Destaca-se que no trigo BRS 296 verificamos resistência a partir da fase de plântula, e, apesar de

apresentar nível S (Suscetível) na posterior fase intermediária, verificamos uma severidade de apenas 10%. Ao compararmos com as demais cultivares de trigo, tem-se um resultado positivo, pois as amostras BRS 194, IAC13-Lorena, Morocco e Toropi caracterizaram níveis de suscetibilidade desde a fase de desenvolvimento de plântula, evoluindo negativamente em fase intermediária com uma severidade de 20% a 50%. Além disso, observamos uma agressividade planta-patógeno maior quando comparado com a cultivar de trigo BRS 296 (Tabela 3).

As diferentes reações da planta frente ao patógeno, em determinadas fases, é justificada pelas proliferações e diferenciação celular ocasionadas por genes, fazendo com que a planta altere suas características conforme o desenvolvimento (LI et al., 2018). Destacam-se os programas de melhoramento como uma forma de reunir diversos alelos, principalmente quando visam à resistência das plantas às moléstias e o controle mais eficiente, simples e de reduzido impacto na natureza (MATIELLO et al., 1997).

Cultivar	Fase de Plântula*	Fase Intermediária**
BRS 194	; 3	S 30%
BRS 296	1 2	S 10%
IAC13-Lorena	1 2 3	S 30%
Morocco	3	S 20%
Toropi	3	S 50%

* Fase de Plântula: pústulas (;) (1) (2) plantas resistentes; pústulas (3) plantas suscetíveis;

** Fase de Planta intermediária: pústulas (S) suscetível; Severidade: % representa a área foliar infectada;

Tabela 3. Avaliação fitopatológica quanto à resistência e suscetibilidade à *Puccinia triticina* nas cultivares de trigo para os estágios de desenvolvimento de plântula e de planta intermediária

Portanto, a importância de estudos de identificação de genes que, utilizando-se de diferentes estratégias, estará relacionada, em última análise com a redução do uso de fungicidas, através do emprego de cultivares resistentes à ferrugem-da-folha em trigo. Esta estratégia consolida-se no momento em que novos genes de resistência sejam identificados e introgrididos em genótipos suscetíveis, quer pelo melhoramento convencional, pela transgenia ou edição gênica. Como consequência, considerando um maior número de cultivares com resistência genética a ferrugens, haverá melhoria do uso de recursos naturais (ar, água e solo) pela redução de agroquímicos, bem como pela redução de perdas agrícolas.

4 | CONCLUSÕES

As estratégias biotecnológicas empregadas corroboram com as análises fitopatológicas em que a cultivar de trigo BRS 296, resistente à *P. triticina*, também possui a translocação 1BL.1RS e o gene *Lr26*, além, de apresentar severidade de apenas 10%. Para as demais cultivares com introgressões gênicas para *Th. ponticum*, não possuem a translocação 7DL.7Ae e 3DL.3Ae, indicando que a escolha do método de análise pode ser excelente ferramenta na identificação gênica.

REFERÊNCIAS

BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. (ed). **Origem e Evolução de Plantas Cultivadas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 909p.

BRAMMER, S.P.; MORAES-FERNANDES, M.I.B.; BARCELLOS, A.L.; MILACH, S.C.K. Genetic analysis of adult-plant resistance to leaf rust in a double haploid wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell) population. **Genetics and Molecular Biology**, São Paulo, v.27, n.3, p.432-436, 2004.

BRAMMER, S.P.; VASCONCELLOS, S.; POERSCH, L.B.; OLIVEIRA, A.R.; VIDAL, A.C.B. **Genomic in situ Hybridization in Triticeae: A Methodological Approach**. Croacia: In Tech, 2013.

CASASSOLA, A.; BRAMMER, S.P. Translocações entre trigo e centeio: uma alternativa ao melhoramento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.8, p.1307-1314, 2011.

CASASSOLA, A. (2012). **Caracterização agrônômica e postulação de genes de resistência à ferrugem do colmo em genótipos de trigo parcialmente resistentes à ferrugem da folha**. Dissertação de mestrado. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil.

CHAHOTA, R.K.; MUKAI, Y.; SHARMA, T.R.; CHAUDHARY, H.K.; RANI S. Cytological and morphological characterization of rye-wheat derivatives for important agronomic traits. **Nucleus**, Austin, v.58, n.3, p.211-216, 2015.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Análise Mensal – Trigo**. Brasília, DF: CONAB, 2020.

DA SILVA, P.R.; MILACH, S.C.K.; SORTICA, V.A.; BOFF, T.; BRAMMER, S.P.; FEDERIZZI, L.C. Validação de marcadores moleculares associados a genes de resistências à ferrugem-da-folha do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.10, p.1357-1383, 2008.

DOYLE, J.J.; DOYLE, J.L. Isolation of plant DNA from fresh tissues. **Focus**, Madison, v.12, n.1, p.13-15, 1990.

FINGER, G.; HECKLER, L.I.; SILVA, G.B.P.D.; CHAVES, M.S.; MARTINELLI, J.A. Mecanismos de defesa do trigo contra a ferrugem da folha por genes e proteínas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.43, n.4, p.354-358, 2017.

GUPTA, S.K.; CHARPE, A.; KOUL, S.; HAQUE, Q.M.R.; PRABHU, K.V. Development and validation of SCAR markers co-segregating with an *Agropyron elongatum* derived leaf rust resistance gene *Lr24* in wheat. **Euphytica**, Wageningen, v.150, n.1, p.233-240, 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Brasília, DF, IBGE, 2020.

IQBAL, M.J.; RAYBURN, A.L. Identification of the 1RS rye chromosomal segment in wheat by RAPD analysis. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.91, n.6-7, p.1048-1053, 1995.

KUMAR, S.; KUMAR, N.; BALYAN, H.S.; GUPTA, P.K. 1BL.1RS translocation in some Indian bread wheat genotypes and strategies for its use in future wheat breeding. **International Journal of Cytology, Cytosystematics and Cytogenetics**, Florence, v.53, n.1, p.23-30, 2003.

LI, H.; WANG, X. *Thinopyrum ponticum* and *Th. Intermedium*: the promising source of resistance to fungal and viral diseases of wheat. **Journal of Genetics and Genomics**, Beijing, v.36, n.9, p.557-565, 2009.

LI, X.; WANG, X.; KANG, Z.; REN, Z.; BI, W.; YANG, W.; LIU, D. Suppression subtractive and micro array analysis reveal differentially expressed genes in the *Lr39/41*-mediated wheat resistance to *Puccinia triticina*. **European Journal of Plant Pathology**, London, v.152, n.2, p.479-492, 2018.

MATIELLO, R.R.; BARBIERI, R.L.; CARVALHO, F.I.F.D. Resistência das plantas a moléstias fúngicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.1, p.161-168, 1997.

MORAES-FERNANDES, M.I.B.; ZANATTA, A.C.A.; PRESTES, A.M.; CAETANO, V.R.; BARCELLOS, A.L.; ANGRA, D.C.; PANDOLFI, V. Cytogenetics and immature culture embryo at Embrapa Trigo breeding program: transfer of disease from related species by artificial resynthesis of hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell). **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.23, n.4, p.1051-1062, 2000.

MUTARI, B.; UDUPA, S.M.; MEVINDIDZE, P.; MUTENGWA, C.S. Detection of rust resistance in selected Zimbabwean and ICARDA bread wheat (*Triticum aestivum*) germplasm using conventional and molecular techniques. **South African Journal of Plant and Soil**, Pretoria, v.35, n.2, p.101-110, 2017.

PETERSON, R.F.; CAMPBELL, A.B.; HANNAH, A.E. A diagrammatic scale for rust intensity on leaves and stems of cereals. **Canadian Journal of Research**, Ottawa, v.26, n.5, p.496-500, 1948.

ROELFS, A.P.; SINGH, R.P.; SAARI, E.E. (org). **Rust Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management**. Mexico: CIMMYT, 1992. 81p.

SAVADI, S.; PRASAD, P.; KASHYAP, P.L.; BHARDWAJ, S.C. Molecular breeding technologies and strategies for rust resistance in wheat (*Triticum aestivum*) for sustained food security. **Plant pathology**, Oxford, v.67, n.4, p.771-791, 2018.

SCHACHERMAYER, G.M.; MESSMER, M.M.; FEIUILLET, C.; WINZELER, H.; WINZELER, M.; KELLER, B. Identification of molecular markers linked to the *Agropyron elongatum*-derived leaf rust resistance gene *Lr24* in wheat. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.90, n.7-8, p.982-990, 1995.

SCHNEIDER, T.; RIZZARDI, M.A.; NUNES, A.L.; BIANCHI, M.A.; BRAMMER, S.P.; ROCKENBACH, A.P. Biologia molecular aplicada à ciência das plantas daninhas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v.17, n.1, p.12-24, 2018.

SHARMA, D.; KNOTT, D.R. The transfer of leaf-rust resistance from *Agropyron* to *Triticum* by irradiation. **Canadian Journal of Genetics and Cytology**, Ontario, v.8, n.1, p.137-143, 1996.

SIBIKEEV, S.N.; VORONINAA, S.A.; BADAEVAB, E.D.; DRUZHINA, A.E. Study of resistance to leaf and stem rust in *Triticum aestivum* – *Aegilops speltoides* Lines. **Russian Journal of Genetics: Applied Research**, Moscow, v.6, n.4, p.351-356, 2016.

VIEIRA, M.L.C.; SANTINI, L.; DINIZ, A.L.; MUNHOZ, C.F. Microsatellite markers: what they mean and why they are so useful. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.39, n.3, p.312-328, 2016.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 83, 123, 124, 125, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 135

Agricultura 3, 46, 145, 146, 147, 168, 169, 180

Alecrim 136, 138, 139, 140, 142, 143

Apis mellifera 151, 165, 166, 168, 169, 170, 171

Área de Preservação Permanente 26, 27, 33

B

Biomassa 44, 46, 47, 49, 51, 52, 112, 113, 125, 127, 134

Bioquímica 144, 155

Biválvulas 1

C

Carcaças 54, 55, 56, 60

Casca de Arroz 47, 123, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 135

Cinza de Casca de Arroz 123, 126, 134, 135

Cinzas de Carvão Mineral 75

Cocos núcifera L. 95

Compostagem 114, 115, 116, 117, 118, 121, 122, 127

Conservação da Biodiversidade 24, 32, 43

Contaminação Ambiental 1, 4, 147, 156

D

Defensivos Agrícolas 164, 165, 168

Degradação do Solo 194

E

Escherichia coli 11, 55, 56, 60

F

Fragmentação Florestal 24, 34

G

Geoprocessamento 172, 173, 180, 182, 192, 193, 207

I

Impactos Ambientais 24, 25, 26, 27, 29, 32, 33, 42, 45, 77, 124, 183

Inoculantes 114, 116, 117, 118, 119, 121

Insetos 28, 136, 137, 146, 147, 148, 149, 150, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 161, 168, 169, 170

M

Marcadores Moleculares 63, 65, 69, 70, 72

Marisqueiras 1, 2, 3, 4, 5, 7, 12, 18, 20, 22

Material Lignocelulósico 44

Meio Ambiente 9, 3, 20, 33, 34, 43, 44, 45, 46, 76, 77, 114, 115, 121, 136, 137, 138, 143, 147, 194

Microbacia 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192

Misturas Asfálticas Densas 75, 77, 92, 93, 94

O

Óleo Essencial 136, 138, 139, 140, 142, 152, 157, 159

P

Paracetamol 123, 124, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135

Polinizadores 165, 168, 169

Puccinia Triticina 63, 64, 71, 73

R

Reator Biológico 114

Recuperação Ambiental 31, 33, 42

Repelente Natural 136, 142

Resíduos Orgânicos 46, 114, 115, 121

S

Salmonella sp. 55, 57, 60

Sedimentos 1, 4, 5, 7, 9, 17, 18, 20, 21, 22, 29, 206

Sistema de Informação Geográfica 182

Suíno 55

T

Translocações Cromossômicas 63, 66, 67

Triticum aestivum 63, 64, 72, 73, 74

U

Uso do Solo 172, 173, 178, 179, 182, 185, 189, 191, 192, 195

Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

**Atena**
Editora

Ano 2021

Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

**Atena**
Editora

Ano 2021