

Sustentabilidade e meio ambiente: Rumos e estratégias para o futuro

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)


Ano 2021



Sustentabilidade e meio ambiente: Rumos e estratégias para o futuro

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

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.

Open access publication by Atena Editora



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 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

Sustentabilidade e meio ambiente: rumos e estratégias para o futuro

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizadores: Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S964 Sustentabilidade e meio ambiente: rumos e estratégias para o futuro / Organizadores Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-558-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.584210410>

1. Sustentabilidade. 2. Meio ambiente. I. Moura, Pedro Henrique Abreu (Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio (Organizadora). III. Título.

CDD 363.7

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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A preservação dos recursos naturais e a equidade social juntamente com o crescimento econômico constituem os pilares do desenvolvimento sustentável, que assegura o futuro do nosso planeta. Não há como pensar em desenvolvimento sem que haja um cuidado com o que vamos deixar para as futuras gerações. Para alcançar o desenvolvimento sustentável, a proteção do meio ambiente deve ser feita pelo Estado e também por todos os cidadãos.

Os impactos ambientais e sociais negativos decorrentes dos avanços que marcam o mundo contemporâneo são visíveis nos centros urbanos e também em áreas rurais e naturais. O aumento da desigualdade social, perda de biodiversidade, consumo inconsciente, poluição atmosférica, do solo e dos recursos hídricos são exemplos de impactos presentes em nosso dia a dia que precisam ser evitados e mitigados.

A fim de que o desenvolvimento aconteça de forma sustentável, é fundamental o investimento em Ciência e Tecnologia através de pesquisas nas mais diversas áreas do conhecimento, pois além de promoverem soluções inovadoras, contribuem para a construção de políticas públicas.

Com o objetivo de reunir pesquisas nesta temática, a obra *“Sustentabilidade e meio ambiente: rumos e estratégias para o futuro”* traz resultados de trabalhos desenvolvidos no Brasil e em outros países nas áreas de Direito Ambiental, Ciências Ambientais, Ciências Agrárias e Educação.

Desejamos a todos uma ótima leitura dos capítulos, e que os assuntos abordados possam contribuir e orientar sobre a importância da sustentabilidade.

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ELEMENTOS CARACTERIZADORES DA RESPONSABILIDADE CIVIL AMBIENTAL

Ashley Natasha Alves dos Santos

Juliano Ralo Monteiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104101>

CAPÍTULO 2..... 18

AS AÇÕES PARA OBTENÇÃO DO ICMS ECOLÓGICO EM UM MUNICÍPIO PIAUIENSE: A TRAJETÓRIA DE PIRIPIRI

Marcos Antônio Cavalcante de Oliveira Júnior

Laíse do Nascimento Silva

Raul Luiz Sousa Silva

Linnik Israel Lima Teixeira

Elane dos Santos Silva Barroso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104102>

CAPÍTULO 3..... 37

UMA PROPOSTA DE INDICADORES AMBIENTAIS PARA ARMAZÉM VERDE

Rodrigo Rodrigues de Freitas

Tassia Faria de Assis

Mariane Gonzalez da Costa

Isabela Rocha Pombo Lessi de Almeida

Márcio de Almeida D'Agosto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104103>

CAPÍTULO 4..... 52

COMPETÊNCIAS AMBIENTAIS DOS MUNICÍPIOS NO FEDERALISMO BRASILEIRO: UM ESTUDO DE CASO

Viviane Kraieski de Assunção

Santos Pedroso Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104104>

CAPÍTULO 5..... 69

O LIVRE EXERCÍCIO DA ATIVIDADE ECONÔMICA NO CONTEXTO DE RESPEITO AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Heverton Lopes Rezende

Daniel Barile da Silveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104105>

CAPÍTULO 6..... 84

PERCEPÇÕES DOS RESIDENTES DA VILA DE RIBÁUÈ NA PROVÍNCIA DE NAMPULA (MOÇAMBIQUE) EM RELAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO LOCAL ATRAVÉS DO PROGRAMA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

(PNDS) “*UM DISTRITO, UM BANCO*” (2016-2021)

Viegas Wirssone Nhenge

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104106>

CAPÍTULO 7..... 113

O USO DA BICICLETA COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL DE MOBILIDADE POR ESTUDANTES DA ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Ulises Osbaldo de la Cruz Guzmán

Brenda Alejandra Ibarra Molina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104107>

CAPÍTULO 8..... 129

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA COMO INDICADOR DE ECOEFICIÊNCIA DO HOSPITAL ESCOLA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Andrea Colman Gerber

Jocelito Saccol de Sá

Marcos Vinícius Sias da Silveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104108>

CAPÍTULO 9..... 142

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO IFBA - CAMPUS SALVADOR: AVALIANDO A EFICIENCIA NO SISTEMA CARPORT

Armando Hirohumi Tanimoto

Breno Villas Boas de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104109>

CAPÍTULO 10..... 149

DESIGN URBANO: A INSERÇÃO DAS CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Cristiane Silva

Romualdo Theophanes de França Júnior

Adelcio Machado dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041010>

CAPÍTULO 11..... 155

FORMAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL DE PROFESSORES INDÍGENAS: PERCEPÇÃO DOS PROBLEMAS AMBIENTAIS DA TERRA INDÍGENA APIAKÁ-KAYABI EM JUARA/MT

Rosalia de Aguiar Araújo

Saulo Augusto de Moraes

José Guilherme de Araújo Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041011>

CAPÍTULO 12..... 164

APLICAÇÃO DAS ROTAS TECNOLÓGICAS COMO MÉTODO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO TECNOLÓGICA NOS INSTITUTOS DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA FOCADOS EM QUIMICA E MEIO AMBIENTE DA FEDERAÇÃO DAS INDUSTRIAS DO RIO DE

JANEIRO NO BRASIL

Carla Santos de Souza Giordano
Joana da Fonseca Rosa Ribeiro
Andressa Oliveira Costa de Jesus

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041012>

CAPÍTULO 13..... 175

REGIME PLUVIOMÉTRICO NO SERTÃO DO ARARIPE – PE

Juliana Melo da Silva
Fábio dos Santos Santiago
Ricardo Menezes Blackburn
Maria Clara Correia Dias
Dayane das Neves Maurício

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041013>

CAPÍTULO 14..... 184

SITUAÇÃO AMBIENTAL DO IGARAPÉ FAVELINHA: UMA ANÁLISE SOBRE DESPEJO IRREGULAR DE RESÍDUOS NO MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO – PA

Patrícia de Cassia Moraes de Oliveira
Pedro Júlio Albuquerque Neto
Maria Joseane Marques de Lima
Iago Almeida Ribeiro
Lídia da Silva Amaral
Washington Duarte Silva da Silva
Edianel Moraes de Oliveira
Beatriz Caxias Pinheiro
Marcos Douglas de Sousa Silva
Maria Ciarly Moreira Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041014>

CAPÍTULO 15..... 197

EFICIÊNCIA DA MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS PERMEÁVEIS PELO MÉTODO DE ASPERSÃO DE ALTA PRESSÃO DE ÁGUA – RESULTADOS PRELIMINARES

Lucas Alves Lamberti
Daniel Gustavo Allasia Piccilli
Tatiana Cureau Cervo
Bruna Minetto
Carla Fernanda Perius
Jonathan Rehbein dos Santos
João Pedro Paludo Bocchi
Jéssica Ribeiro Fontoura

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041015>

CAPÍTULO 16..... 206

PROCESSOS DE GESTÃO SOCIAL E PARTICIPATIVA DO RISCO PARA MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM COMUNIDADES URBANAS

Larissa Thainá Schmitt Azevedo

Jakcemara Caprario
Nívea Morena Gonçalves Miranda
Alexandra Rodrigues Finotti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041016>

CAPÍTULO 17.....218

INFLUÊNCIA DA OPERAÇÃO CAPTAÇÃO-DEMANDA NA EFICIÊNCIA DE RESERVATÓRIOS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

Carla Fernanda Perius
Rutineia Tassi
Lucas Alves Lamberti
Bibiana Bulé
Cristiano Gabriel Persch
Daniel Gustavo Allasia Piccilli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041017>

CAPÍTULO 18.....229

ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS DO SUL DE ALAGOAS, BRASIL: AÇÕES PARA SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL

Alexandre Oliveira
Maria Carolina Lima Farias
Beatriz Alves Ribeiro
Milena Dutra da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041018>

CAPÍTULO 19.....243

ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS ALTERAÇÕES DA TURBIDEZ NO RIO ITABIRITO NO ÂMBITO DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Jeam Marcel Pinto de Alcântara
Euclides Dayvid Alves Brandão
Roberto César de Almeida Monte-Mor

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041019>

CAPÍTULO 20.....252

O DESEQUILÍBRIO AMBIENTAL NA EXPANSÃO DE DOENÇAS TRANSMITIDAS PELO *Aedes aegypti* L. (DIPTERA: CULICIDAE)

Cícero dos Santos Leandro
Francisco Roberto de Azevedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041020>

CAPÍTULO 21.....264

INFLUÊNCIA DE UM AMBIENTE SERRANO NA COMPOSIÇÃO DE ANUROS NO PANTANAL NORTE, CENTRO-OESTE DO BRASIL

Vancleber Divino Silva-Alves
Odair Diogo da Silva
Ana Paula Dalbem Barbosa
Thatiane Martins da Costa

Cleidiane Prado Alves da Silva
Eder Correa Fermiano
Mariany de Fatima Rocha Seba
Dionei José da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041021>

CAPÍTULO 22.....268

CARACTERIZAÇÃO DO REGIME PLUVIOMÉTRICO EM MUNICÍPIOS NO SERTÃO DO PAJEÚ – PERNAMBUCO

Juliana Melo da Silva
Fábio dos Santos Santiago
Ricardo Menezes Blackburn
Maria Clara Correia Dias
Dayane das Neves Maurício

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041022>

CAPÍTULO 23.....278

NÚCLEO DE ESTUDOS EM AGROECOLOGIA E PRODUÇÃO ORGÂNICA DO VALE DO ARAGUAIA: INTERAÇÃO PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO

Daisy Rickli Binde
João Luis Binde

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041023>

CAPÍTULO 24.....300

IMPACTO DEL PRIMER CICLO DE CORTA DEL MANEJO FORESTAL EN FELIPE CARILLO PUERTO, MÉXICO

Zazil Ha Mucui Kac García Trujillo
Jorge Antonio Torres Pérez
Martha Alicia Cazares Moran
Alicia Avitia Deras
Cecilia Loria Tzab

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041024>

CAPÍTULO 25.....309

RESPOSTA FUNCIONAL EM INIMIGOS NATURAIS E SUA APLICAÇÃO NO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

Milena Larissa Gonçalves Santana
Valeria Wanderley Teixeira
Carolina Arruda Guedes
Glaucilane dos Santos Cruz
Camila Santos Teixeira
Álvaro Aguiar Coelho Teixeira
José Wagner da Silva Melo
Solange Maria de França

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041025>

CAPÍTULO 26.....	319
PROCESSO DE SELEÇÃO DE HOSPEDEIRO E FATORES QUE INFLUÊNCIAM NO SUCESSO DO PARASITISMO DE <i>Trichogramma</i> spp. (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)	
Camila Santos Teixeira	
Valeria Wanderley Teixeira	
Álvaro Aguiar Coelho Teixeira	
Carolina Arruda Guedes	
Glaucilane dos Santos Cruz	
Catiane Oliveira Souza	
Milena Larissa Gonçalves Santana	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041026	
CAPÍTULO 27.....	328
MICROBIOTA, OCRATOXINA E NÍVEIS DE TRANS-RESVERATROL EM UVAS ORGÂNICAS	
Josemara Alves Apolinário	
Christiane Ceriani Aparecido	
Andrea Dantas de Souza	
Joana D'arc Felício	
Roberto Carlos Felício	
Edlayne Gonçalves	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041027	
CAPÍTULO 28.....	340
AVEIA PRETA (<i>Avena strigosa</i> , Schreb) CULTIVADA EM SOLO CONTAMINADO COM CHUMBO	
Wanderley José de Melo	
Gabriel Maurício Peruca de Melo	
Liandra Maria Abaker Bertipaglia	
Paulo Henrique Moura Dian	
Käthery Brennecke	
Jackeline Silva de Carvalho	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041028	
SOBRE OS ORGANIZADORES	350
ÍNDICE REMISSIVO.....	351

RESPOSTA FUNCIONAL EM INIMIGOS NATURAIS E SUA APLICAÇÃO NO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

Data de aceite: 27/09/2021

Milena Larissa Gonçalves Santana

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Agronomia
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/0618095736089309>

Valeria Wanderley Teixeira

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Morfologia e Fisiologia
Animal
Recife-PE
Orcid: 0000-0001-9533-5476

Carolina Arruda Guedes

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Agronomia
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/6013290951230793>

Glaucilane dos Santos Cruz

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Agronomia
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/3795270436231657>

Camila Santos Teixeira

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Agronomia
Recife-PE
Orcid: 0000-0001-8733-9020

Álvaro Aguiar Coelho Teixeira

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Morfologia e Fisiologia
Animal
Recife-PE
Orcid: 0000-0001-5940-9220

José Wagner da Silva Melo

Universidade Federal do Ceará, Departamento
de Fitotecnia
Fortaleza-CE
Link do lattes: 0000-0003-1056-8129

Solange Maria de França

Universidade Federal do Piauí, Departamento
Agronomia
Teresina-PI
Orcid: 0000-0001-7602-6635

RESUMO: A atividade de inimigos naturais (parasitóides e predadores) é considerada como um dos agentes significativos de mortalidade biótica que reduz as populações de insetos-pragas, e sua aplicabilidade em programas de manejo tem recebido atenção constante. A resposta funcional de um parasitóide/predador é uma peça chave que controla a dinâmica populacional dos sistemas predador-presa. Consiste na taxa na qual um predador mata suas presas em diferentes densidades e pode, portanto, determinar a eficiência de um predador na regulação das populações de presas. Para isso, foi feita uma revisão de literatura realizada entre os meses de Março a Junho de 2021, no qual foram coletados dados a partir de estudos acadêmicos já existentes, artigos em jornais de grande circulação e boletins de empresas e agências públicas selecionados através do banco de dados do Scielo, Google Acadêmico, Science Direct, Pubmed e Periódicos Capes. Assim, conclui-se que diante de tal importância, é necessária uma melhor compreensão dos diversos fatores que podem interferir na resposta

funcional, objetivando melhores resultados no manejo de pragas.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico; parasitismo; tempo de busca; tempo de manuseio.

FUNCTIONAL RESPONSE IN NATURAL ENEMIES AND ITS APPLICATION IN INTEGRATED PEST MANAGEMENT

ABSTRACT: The activity of natural enemies (parasitoids and predators) is considered as one of the agents due to the biotic mortality that reduces insect-pest populations, and its applicability in constant care management programs. The functional response of a parasitoid / predator is a key piece that controls the population dynamics of predator-prey systems. It consists of the rate at which a predator kills its prey at different densities and can, determine, determine the efficiency of a predator in regulating prey populations. For this, a literature review was carried out between March 2021 and May 2021, in which data were collected from existing academic studies, articles in large circulation newspapers and bulletins from companies and public agencies selected through from the database of Scielo, Google Scholar, Science Direct, Pubmed and Capes Periodicals. Thus, it is concluded that, given such importance, a better understanding of the various factors that can interfere with the functional response is necessary, aiming at better results in pest management.

KEYWORDS: Biological control, parasitism. searching time, handling time.

1 | MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa constitui-se de uma revisão de literatura realizada entre os meses de Março de 2021 a Junho de 2021, em que foram levantados dados a partir de estudos acadêmicos já existentes, artigos em jornais de grande circulação e boletins de empresas e agências públicas. Os artigos científicos foram selecionados através da base de dados do Google acadêmico, Periódico Capes e Scifinder. A busca de dados foi realizada utilizando as terminologias preconizadas pelos descritores na área de ciências agrônômicas em inglês, e além disso, os artigos foram limitados aos anos de 1959 a 2020.

2 | INTRODUÇÃO

Os insetos parasitóides e predadores são os principais agentes que contribuem para o controle biológico de insetos pragas economicamente importantes em ambientes agrícolas e naturais. Esses insetos dependem de uma variedade de estímulos, principalmente visuais, à medida que procuram hospedeiros, alimentos e parceiros em ecossistemas complexos. A eficiência do comportamento de busca de hospedeiro é um determinante crucial no desempenho reprodutivo de parasitóides/predadores fêmeas (GIUNTI *et al.*, 2015).

Uma característica importante nos estudos ecológicos envolvendo parasitóides é determinar os atributos que tornam as espécies como agentes de biocontrole bem-sucedidos, como por exemplo, o seu comportamento individual em resposta ao aumento da densidade de hospedeiros em um determinado intervalo de tempo, comumente conhecido

como resposta funcional (FERNÁNDEZ-ARHEX & CORLEY, 2003; MILLS & LACAN, 2004). A natureza da resposta funcional determina se um parasitóide/predador é capaz de regular a densidade de seu hospedeiro/presa (MONTROYA *et al.*, 2000; YAZDANI & KELLER, 2016).

O estudo da resposta funcional é um dos recursos necessários para a seleção de inimigos naturais para programas de controle biológico (MOEZIPOUR *et al.*, 2008).

Da densidade de presas e predadores como duas variáveis que afetam o número de presas atacadas, surge então, dois componentes de predação, isto é, a resposta funcional e a resposta numérica (HOLLING, 1961).

Os insetos necessitam de uma quantidade mínima de alimento para se manterem, crescer e reproduzir. Assim, quando há um aumento na disponibilidade de presas haverá um aumento no consumo, pois as chances de encontro serão maiores, sendo um tipo de resposta funcional. Por outro lado, uma população de predadores saciada por uma maior disponibilidade de presas terá maior chance de sobreviver e se reproduzir, resultando em um aumento populacional, sendo essa a resposta numérica (FONSECA *et al.*, 2000).

Ambas respostas, a numérica (uma resposta de reprodução) e a funcional (uma resposta de predação) determinam a capacidade de regulação da população de pragas de um parasitóide/predador (VAN LETEREN *et al.*, 2016).

Três tipos de resposta funcionais foram sugeridas originalmente por HOLLING (1959), respostas do tipo I, II, e III, que respectivamente descrevem curvas que são lineares, côncavas aumentando para uma assíntota e sigmóide (Figura 1), quando o número de hospedeiros parasitados por fêmea são plotados contra a densidade do hospedeiro. (XU *et al.*, 2015; YAZDANI & KELLER, 2016).

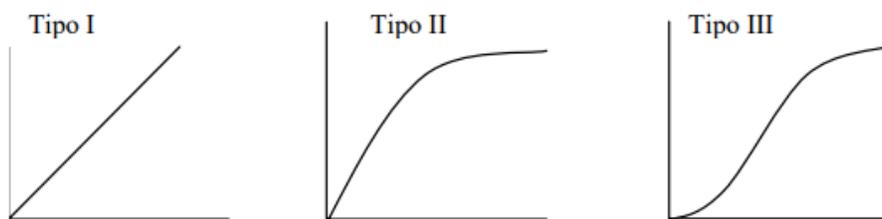


Figura 1: Curvas de Resposta Funcional (Holling 1959).

Entretanto, mesmo sendo o formato da curva de resposta funcional um fator considerável, é insuficiente como um critério para prever o sucesso ou o fracasso de um inimigo natural como agente de biocontrole. Outros fatores como resposta numérica, taxas de crescimento intrínsecas, manchas do hospedeiro, competição e complexidades ambientais (fatores abióticos e bióticos) também têm uma grande influência na eficiência de um predador no manejo de uma população de pragas (JALALI, *et al.*, 2009).

Os tipos de resposta funcional podem ser explicados pelas combinações de cinco

componentes: tempo em que predador e presa ficam expostos; tempo de busca; tempo de manuseio, incluindo identificação, captura e consumo; fome e estímulo do predador para cada presa reconhecida (TOSTOWARYK, 1972).

Holling modelou o tipo II usando a “Equação do Disco” onde, “ N_a ” é o número de hospedeiros atacados, “ a ” taxa de ataque, que relaciona a taxa de encontro com o hospedeiro a N_0 (a densidade inicial do hospedeiro), “ T ” o tempo total de busca disponível e T_h , o tempo de manuseio.

$$N_a = \frac{aTN_0}{1+aT_hN_0}$$

Como a resposta funcional determina a dependência da densidade da resposta de curto prazo de um predador à variação espacial e temporal na densidade da presa, há considerável interesse em fatores que podem afetar a forma desta resposta (MILONAS *et al.*, 2011).

Entender a relação entre parasitóide e hospedeiro é um objetivo principal na ecologia, e um fator significativo da relação parasitóide-hospedeiro é a taxa de alimentação do parasitóide sobre o hospedeiro (SKALSKI & GILLIAM, 2001).

3 I TIPOS DE RESPOSTA FUNCIONAL

A resposta funcional é uma característica fundamental na dinâmica parasitóide-hospedeiro e é, um importante determinante da estabilidade do sistema proposto. (MCKENZIE *et al.*, 2012).

No tipo I, o número de hospedeiros/presas mortas aumenta linearmente a um platô, onde a taxa de ataque é constante (independente de densidade), produzindo uma resposta linear até que a saciedade seja alcançada; no tipo II, uma ascensão curvilínea a um platô que então se estabiliza sob a influência do tempo de manuseio ou saciedade e na resposta predador/parasitóide, consistindo em uma desaceleração negativa onde a taxa de ataque diminui gradualmente (dependência de densidade inversa) se referindo ao ato de subjugar, matar e comer uma presa e, talvez limpar e descansar antes de prosseguir para procurar mais presas e por fim a; tipo III, onde ocorre um aumento sigmóide nas presas/hospedeiros atacados, nela a taxa de ataque aumenta e depois diminui gradualmente (dependência da densidade) até atingir um limite superior. Acredita-se que a forma sigmoidal seja o resultado de uma mudança na atividade de busca de predadores conforme a densidade da presa altera (DONELLY & PHILLIPS, 2001; MENON *et al.*, 2002; MOEZIPOUR *et al.*, 2008).

As curvas de resposta funcional podem ser diferenciadas analisando os parâmetros: coeficiente de taxa de ataque e tempo de manipulação (tempo gasto para atacar, matar, subjugar e digerir a presa). O coeficiente da taxa de ataque estima a inclinação do aumento na predação com o aumento da densidade da presa, e o tempo de manipulação ajuda a estimar o limiar de saciedade (SHAH & KHAN, 2013).

As três respostas funcionais mencionadas são baseadas na suposição de que os indivíduos presas agem independentemente uns dos outros. Em particular, eles não cooperam (GERITZ & GYLLENBERG, 2012).

A resposta funcional dos insetos parasitóides à densidade do hospedeiro é freqüentemente assumida como sendo do tipo II, com respostas do tipo III ocorrendo ocasionalmente, sendo menos comum, e o tipo I sendo uma situação improvável (MILLS & LACAN, 2004).

Um parasitóide com resposta linear (tipo I) não exibe o potencial teórico de controle do hospedeiro necessário para o controle biológico clássico, mas a presença de uma resposta linear é importante para a interação contínua do hospedeiro e do parasitóide, e podem ser mais comuns na natureza do que foi relatado (KALYEBI *et al.*, 2005).

Os parasitóides *Pachycrepoideus vindemiae* (Hymenoptera: Pteromalidae) e *Trichopria drosophilae* (Hymenoptera: Diapriidae), demonstraram resposta funcional linear aos seus hospedeiros *Drosophila suzukii* e *D. melanogaster*, em condições de laboratório utilizadas, onde a resposta funcional de *P. vindemiae* foi limitada por seu suprimento de ovos e tempo (tempo de manuseio do hospedeiro) enquanto *T. drosophilae* foi limitada apenas pelo tempo (KAÇAR *et al.*, 2017).

Uma resposta funcional do tipo II pode desestabilizar a dinâmica parasitóide-hospedeiro, pois isso implica na mortalidade dependente da densidade inversa do hospedeiro (MILONAS *et al.*, 2011).

As respostas funcionais de *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthocoridae) a diferentes presas demonstrou resposta curvilínea do tipo II em que a maioria dos predadores matou a maioria das presas em baixas densidades e, em seguida, exibiu uma diminuição na taxa de predação em altas densidades (DONNELLY & PHILLIPS, 2001).

Semelhantemente, *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) em ovos de *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) sob densidades crescentes de ovos foi observado um aumento gradual no número de ovos consumidos e uma tendência de estabilizar em densidades mais altas, que proporcionalmente, o consumo de ovos diminuiu com o aumento da densidade de ovos, indicando uma resposta funcional do tipo II (MENDES *et al.*, 2018).

A eficiência do parasitismo em uma resposta funcional do tipo II reduz à medida que o tempo total de manuseio aumenta com a densidade do ovo do hospedeiro, enquanto o tipo III geralmente está relacionado a um aumento na atividade de busca quando as densidades do hospedeiro aumentam em baixas, mas não em altas densidades. (FARROKHI *et al.*, 2010).

A resposta funcional dos parasitóides pode mudar de um tipo para outro conforme as condições ambientais mudam. Diferentes fatores abióticos e bióticos podem influenciar a resposta funcional, como temperatura e presas ou espécies hospedeiras, bem como variar de acordo com a densidade, linhagem ou idade do parasitóide e do hospedeiro. Essas mudanças podem ser devido a efeitos no comportamento de forrageamento dos

parasitóides (FARROKHI *et al.*, 2010; MILANEZ *et al.*, 2018).

É também conhecido que a resposta funcional decorrente de estudos em laboratório pode ter diferenças com as que podem ser medidas em campo. (MONTROYA *et al.*, 2000).

4 I FATORES QUE AFETAM A RESPOSTA FUNCIONAL

A performance de um parasitóide/predador depende de várias características, sendo que a resposta funcional pode ser regulada por uma série de fatores, como planta hospedeira da presa, comportamento alimentar, espécie de presa e predador; e também temperatura, com capacidade de afetar o crescimento, desenvolvimento e comportamento de forrageamento do predador (VAN LETEREN *et al.*, 2016; ISLAM, *et al.*, 2020).

O efeito da temperatura na resposta funcional de fêmeas adultas da joaninha predadora *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) sob diferentes densidades do pulgão *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), mostrou uma resposta funcional do tipo II do predador em três temperaturas testadas, variando de 19°C a 27°C, demonstrando que *A. bipunctata* exibe altas taxas de predação em *M. persicae* para uma ampla gama de temperaturas, indicando seu potencial para liberações aumentativas contra este pulgão-praga (JALALI *et al.*, 2009).

O parasitóide *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) a ovos de *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes temperaturas (20, 25 e 30°C) e densidades de ovos (5, 10, 15, 20, 25 e 30 ovos) mostrou resposta funcional do tipo II para todas as temperaturas testadas, apresentando maior eficiência a 30°C (MILANEZ *et al.*, 2018).

Características da planta hospedeira, como densidade de tricomas, podem alterar os padrões de busca e tempos de permanência de predadores, alterando a eficiência de forrageamento. Por exemplo, o estabelecimento de *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) em tomateiros foi afetado pela pilosidade da planta, fazendo com que *N. californicus* exibisse uma forte resposta numérica e uma baixa resposta funcional. (CÉDOLA *et al.*, 2001).

Quando a estrutura do ambiente se torna mais complexa, o sucesso de forrageamento e as taxas de consumo diminuirão subsequentemente à medida que a obtenção de recursos se torna mais difícil (HODDLE, 2003).

O aumento da complexidade ambiental teve efeitos significativos na resposta funcional de *Frankliniopsis orizabensis* (Thysanoptera: Aeolothripidae), quando *Scirtothrips perseae* (Thysanoptera: Thripidae) foi apresentado como presa. A resposta funcional do tipo II foi mais pronunciada em ambiente mais complexo. *S. perseae* apresentaram maior mortalidade em arena menos complexa (modelo círculo) e significativamente menos tripes foram mortos na arena mais complexa (modelo floco de neve) (HODDLE, 2003).

Pesticidas também podem interferir nas interações predador-presa, por exemplo,

o tipo de resposta funcional e o tempo de manuseio da presa não foram alterados pelos pesticidas abamectina, azadiractina e fenpiroximato em *Neoseiulus baraki* (Acari: Phytoseiidae) em diferentes densidades de *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae). No entanto, a taxa de ataque foi modificada por abamectina e fenpiroximato, e o pico de consumo foi reduzido por abamectina. Todos permitiram a manutenção do predador no campo, mas a exposição à abamectina e ao fenpiroximate comprometeu o consumo das presas (LIMA *et al.*, 2015).

O pressuposto dos tipos de resposta funcional e seus parâmetros em tratamentos com compostos botânicos, incluindo óleos essenciais e extratos, são também fatores importantes em programas de MIP. Os óleos de *Allium sativum*, *Rosmarinus officinalis*, *Piper nigrum*, *Salvia officinalis*, e *Glycyrrhiza glabra* foram testados para o parasitóide *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) onde, *P. nigrum*, *S. officinalis* e *G. glabra* indicou resposta tipo II, e tipo III em *A. sativum* e *R. officinalis*. Além disso, o óleo essencial de *R. officinalis* e o controle apresentaram os tempos de manuseio mais longo (0,542 h) e mais curto (0,411 h), respectivamente. As maiores (0,047 h⁻¹) e menores (0,033 h⁻¹) taxas de ataque também foram registradas no controle e no óleo essencial de *R. officinalis*, respectivamente, indicando que esses óleos essenciais mudaram o comportamento e as outras atividades de parasitismo de *H. hebetor* (ASADI, *et al.*, 2018).

5 | IMPORTÂNCIA DA RESPOSTA FUNCIONAL NO CONTROLE DE PRAGAS

Um objetivo importante dos estudos ecológicos de parasitóides/predadores é determinar os atributos que tornam as espécies agentes de biocontrole bem-sucedidos. O tipo de resposta funcional dada por um parasitóide/predador é de fundamental importância nas interações parasitóide/hospedeiro ou predador/presa, sendo um elemento que determinará sua eficiência no controle de pragas, e possivelmente, indicar o número de agentes necessários para a liberação dentro de programas de controle biológico (VIEIRA, 1995; FERNÁNDEZ-ARHEX & CORLEY, 2003).

Exemplificando, adultos de *Neoseiulus bicaudus* (Acari: Phytoseiidae) podem ser agentes de controle biológico eficazes para as espécies de *Tetranychus truncatus* (Acari: Tetranychidae), *Tetranychus turkestanii* (Acari: Tetranychidae) e *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) que frequentemente coexistem em plantações, onde *N. bicaudus* em todos os estágios de desenvolvimento exibiu uma resposta funcional do tipo II. *N. bicaudus* não exibiu preferência entre adultos de *T. truncatus* e adultos de *T. turkestanii*, independentemente da proporção de presas. E, claramente preferia larvas de *T. tabaci* de primeiro instar a adultos de *T. turkestanii* (ZHANG *et al.*, 2017).

Em outro estudo, *Rhynocoris longifrons* (Hemiptera: Reduviidae) pôde preda mais *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) em altas densidades; no entanto, *R. longifrons* também reduziu consideravelmente *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae),

Dysdercus cingulatus (Hemiptera: Pyrrhocoridae) do algodão, exibindo resposta funcional tipo II, onde seu potencial contra pragas pode ser devido à capacidade do predador em matar os estágios adultos de todas as espécies de presas avaliadas, de modo que poderia ser considerado um candidato em potencial para uso como agente de controle biológico para essas pragas (SAHAYARAJ et al., 2012).

Em suma, a resposta funcional é um indicador preliminar amplamente aceito, onde um agente de controle biológico será ou não capaz de regular a densidade de sua presa abaixo de um limiar econômico ou ecologicamente relevante.

6 | CONCLUSÃO

As taxas de predação/parasitismo obtidas através de inúmeros estudos para uma gama de densidades de presas/hospedeiros fornecem uma boa compreensão sobre a capacidade de reduzir as densidades de pragas. É somente através da compreensão dessas interações que podemos esperar desenvolver estratégias confiáveis para o controle biológico de pragas. O efeito da disponibilidade de recursos nas interações inter e intraespecíficas fornecerá uma visão melhor e ajudará a alcançar um nível mais alto de supressão do hospedeiro/presa.

REFERÊNCIAS

ASIRI, M.; RAFIEE-DASTJERDI, H.; NOURI-GANBALANI, G.; NASERI, B.; HASSANPOUR, M. The effects of plant essential oils on the functional response of *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) to its host. **Invertebrate Survival Journal**, v. 15, n. 1, p. 169-182, 2018

CÉDOLA, C.V.; SÁNCHEZ, N.E.; LILJESTHRÖM, G.G. Effect of tomato leaf hairiness on functional and numerical response of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) **Experimental and Applied Acarology**, v. 25 n. 10/11, p. 819–831, 2001.

DONNELLY, B.E.; PHILLIPS, T.W. Functional Response of *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthocoridae) - Effects of Prey Species and Habitat. **Environmental Entomology**, v. 30, n. 3, p. 617–624, 2001.

FARROKHI, S.; ASHOURI, A.; SHIRAZI, J.; ALLAHVARI, H.; HUIGENS, M.E. A Comparative Study on the Functional Response of *Wolbachia*-Infected and Uninfected Forms of the Parasitoid Wasp *Trichogramma brassicae*. **Journal of Insect Science**, v. 10, n. 167, p. 1–11, 2010.

FERNÁNDEZ-ARHEX, V.; CORLEY, J.C. The Functional Response of Parasitoids and its Implications for Biological Control. **Biocontrol Science and Technology**, v. 13, n. 4, p. 403–413, 2003.

FONSECA, A.R.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 309-317, 2000.

GERITZ, S.A.H.; GYLLENBERG, M. Group defence and the predator's functional response. **Journal of Mathematical Biology**, v. 66, n. 4-5, p. 705–717, 2012.

GIUNTI, G.; CANALE, A.; MESSING, R.H.; DONATI, E.; STEFANINI, C.; MICHAUD, J.P.; BENELLI, G. Parasitoid learning: Current knowledge and implications for biological control. **Biological Control**, v. 90 p. 208–219, 2015.

HODDLE, M.S. The effect of prey species and environmental complexity on the functional response of *Franklinothrips orizabensis*: a test of the fractal foraging model. **Ecological Entomology**, v. 28, n. 3, p. 309–318, 2003.

HOLLING, C.S. The components of predation as revealed by a study of small-mammal predation of the European pine sawfly. **The Canadian Entomologist**, v. 91, p. 293–320. 1959.

HOLLING, C.S. Principles of insect predation. **Annual Review of Entomology** v. 6, p. 163- 182, 1961.

ISLAM, Y.; SHAH, F.M.; SHAH, M.A.; MUSA KHAN, M.; RASHEED, M.A.; REHMAN, S.U.; ZHOU, X. Temperature-Dependent Functional Response of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) on the eggs of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) in laboratory. **Insects**, v. 11, n. 9, p. 583.

KAÇAR, G.; WANG, X.-G.; BIONDI, A., DAANE, K. M. Linear functional response by two pupal *Drosophila* parasitoids foraging within single or multiple patch environments. **PLOS ONE**, v. 12. n. 8, p. 1-17, 2017.

KALYEBI, A.; OVERHOLT, W. A.; SCHULTHESS, F.; MUEKE, J. M.; HASSAN, S. A.; SITHANANTHAM, S. Functional response of six indigenous trichogrammatid egg parasitoids (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Kenya: influence of temperature and relative humidity. **Biological Control**, v. 32, n. 1, p. 164–171, 2005.

LIMA, D.B.; MELO, J.W.S.; GONDIM, M.G.C.; GUEDES, R.N.C.; OLIVEIRA, J.E.M.; PALLINI, A. Acaricide-impaired functional predation response of the phytoseiid mite *Neoseiulus baraki* to the coconut mite *Aceria guerreronis*. **Ecotoxicology**, v. 24, n. 5, p. 1124–1130, 2015.

MCKENZIE, H.W.; MERRILL, E.H.; SPITERI, R.J.; LEWIS, M.A. How linear features alter predator movement and the functional response. **Interface Focus**, v. 2, n. 2, p. 205–216, 2012.

MENDES, J.A.; LIMA, D.B.; NETO, E.P.S.; GONDIM JR, M.G.C.; MELO, J.W.S. Functional response of *Amblyseius largoensis* to *Raoiella indica* eggs is mediated by previous feeding experience. **Systematic and Applied Acarology**, v. 23, n. 10, p. 1907-1914, 2018.

MENON, A.; FLINN, P. W.; DOVER, B. A. Influence of temperature on the functional response of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae), a parasitoid of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 38, n. 5, p. 463–469, 2002.

MILANEZ, A.M.; CARVALHO, J.R.; LIMA, V.L.S.; PRATISSOLI, D. Functional response of *Trichogramma pretiosum* on *Trichoplusia ni* eggs at different temperatures and egg densities. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 5, p. 641–645, 2018.

MILLS, N.J.; LACAN, I. Ratio dependence in the functional response of insect parasitoids: evidence from *Trichogramma minutum* foraging for eggs in small host patches. **Ecological Entomology**, v. 29, n.2, p. 208–216, 2004.

- MILONAS, P.G.; KONTODIMAS, D.C.; MARTINO, A.F. A predator's functional response: Influence of prey species and size. **Biological Control**, v. 59, n. 2, p. 141–146, 2011.
- MOEZOPOUR, M.; KAFIL, M.; ALLAHYARI, H. Functional response of *Trichogramma brassicae* at different temperatures and relative humidities. **Bulletin of Insectology**, v. 61, n. 2, p. 245–250, 2008.
- MONTOYA, P.; LIEDO, P.; BENREY, B.; BARRERA, J. F.; CANCINO, J.; ALUJA, M. Functional Response and Superparasitism by *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), a Parasitoid of Fruit Flies (Diptera: Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.93, n. 1, p. 47–54, 2000.
- SAHAYARAJ, K.; KALIDAS, S.; TOMSON, M. Stage preference and functional response of *Rhynocoris longifrons* (Stål) (Hemiptera: Reduviidae) on three hemipteran cotton pests. **Brazilian Archives of Biology and Technology** [online], v. 55, n. 5, p. 733–740, 2012.
- SHAH, M.A.; KHAN, A.A. Functional response- A function of predator and prey species. **The Bioscan**, v. 8, n. 3, p. 751–758, 2013.
- SKALSKI, G.T. GILLIAM, J.F. Functional responses with predator interference: Viable alternatives to the Holling type II model. **Ecology**, v. 82, n. 11; p. 3083–3092, 2001.
- TOSTOWARYK, W. The effect of prey defense on the functional response of *Podisus modestus* (Hemiptera: Pentatomidae) to densities of the sawflies *Neodiprion swainei* and *N. pratti banksianae* (Hymenoptera: Neodiprionidae). **The Canadian Entomologist**, v. 104, p.61–69, 1972.
- VAN LETEREN, J.; HEMERIK, L.; LINS, J.; BUENO, V. Functional responses of three neotropical mirid predators to eggs of *Tuta absoluta* on tomato. **Insects**, v. 7, n. 3, p. 34, 2016.
- VIEIRA, G.F. Resposta funcional e numérica de *Scymnus (Pullus) argentinus* (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) a diferentes densidades do pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae). Dissertação de Mestrado, UFLA, Lavras-MG, 1995.
- XU, H.Y.; YANG, N.W.; DUAN, M.; WAN, F.H. Functional response, host stage preference and interference of two whitefly parasitoids. **Insect Science**, v. 23, n. 1, p. 134–144, 2015.
- YAZDANI, M.; KELLER, M. The shape of the functional response curve of *Dolichogenidea tasmanica* (Hymenoptera: Braconidae) is affected by recent experience. **Biological Control**, v. 97, p. 63–69. 2016.
- ZHANG, Y.N.; JIANG, J.Y.Q.; ZHANG, Y.J.; QIU, Y.; ZHANG, J.P. Functional Response and Prey Preference of *Neoseiulus bicaudus* (Mesostigmata: Phytoseiidae) to Three Important Pests in Xinjiang, China. **Environmental Entomology**, v. 46, n. 3, p. 538–543, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ações ambientais 18, 31, 32

Agricultura 20, 61, 89, 90, 96, 97, 98, 99, 100, 104, 108, 111, 161, 183, 277, 278, 280, 281, 282, 285, 289, 298, 304, 308, 319, 320, 328, 348

Agroecologia 175, 278, 280, 281, 282, 297, 298, 299, 338

Água 21, 24, 27, 30, 33, 38, 41, 46, 47, 57, 97, 98, 114, 130, 131, 140, 146, 152, 158, 159, 161, 170, 183, 185, 186, 191, 195, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 204, 205, 211, 213, 214, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 227, 228, 230, 238, 245, 246, 247, 250, 251, 253, 256, 257, 287, 330, 331, 332, 333, 335, 343, 344

Águas pluviais 190, 206, 209, 210, 215, 219, 220

Anfíbios 265, 267

Aproveitamento 40, 46, 218, 219, 220, 222, 227, 228

Armazém verde 37, 38, 39, 42, 45

B

Bicicleta 113, 114, 115, 116, 117, 119, 122, 125, 126, 127, 128

Bosque tropical 300

C

Captação 41, 46, 177, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 226, 227

Carport 142, 143, 144, 147, 148

Chuva 41, 46, 146, 213, 218, 219, 220, 222, 223, 224, 227, 228, 248, 250, 251, 257

Cidades 35, 39, 77, 114, 115, 117, 143, 149, 150, 152, 153, 154, 160, 186, 195, 207, 216, 218, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 255, 280

Competências ambientais 52, 54, 55, 56, 57, 58, 65, 66

Comunidades urbanas 206, 211

Conservação 9, 10, 11, 12, 13, 19, 22, 23, 24, 34, 58, 74, 77, 153, 156, 177, 185, 187, 194, 205, 229, 230, 235, 239, 242, 243, 255, 263, 265, 267, 270, 278, 281, 283, 297

Conservación 300, 301, 302, 305, 306, 307, 308

Controle biológico 310, 311, 313, 315, 316, 320, 324, 325, 327

D

Dano ambiental 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 56, 59

Degradação 2, 3, 4, 8, 9, 10, 14, 19, 20, 27, 69, 76, 77, 78, 80, 114, 153, 155, 186, 191, 198, 230, 231, 245, 254, 255

Dengue 27, 252, 253, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263

Desastres 2, 36, 206, 212, 215, 216, 217, 230, 262

Desenvolvimento 7, 8, 16, 20, 21, 23, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 42, 56, 69, 70, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 89, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 116, 127, 130, 140, 141, 143, 144, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 165, 166, 167, 170, 173, 175, 177, 186, 209, 210, 216, 217, 229, 246, 252, 253, 254, 255, 256, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 268, 269, 270, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 285, 287, 297, 298, 299, 314, 315, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 326, 328, 334, 336, 341, 347

Desenvolvimento económico 84, 86, 87, 89, 92, 94, 98, 99, 106, 107, 108, 109, 110, 112

Desenvolvimento sustentável 21, 23, 29, 35, 36, 56, 69, 70, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 96, 98, 99, 111, 112, 116, 127, 130, 140, 149, 150, 151, 152, 217, 252, 253, 254, 255, 260, 261, 263, 278, 297

Desigualdade social 153

Direito ambiental 6, 7, 16, 17, 35, 52, 55, 67, 68, 82

E

Educação ambiental 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 35, 63, 155, 157, 159, 160, 162, 163, 184, 185, 186, 187, 194, 195, 196, 229, 230, 231, 232, 237, 240, 241, 242, 261, 263, 278, 280, 282, 291, 292, 295, 350

Eficiência energética 129, 138, 140, 141, 152

Elementos-traço 341, 342, 345, 346

Energia solar fotovoltaica 142, 143, 144, 148

F

Federalismo 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 65

Formação docente 155

G

Gestão hospitalar 129

H

Heterogeneidade ambiental 265

I

ICMS ecológico 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 31, 32, 34, 35, 36

Indicadores ambientais 37, 39, 40, 41, 43, 45, 47

L

Livre iniciativa 69, 70, 71, 72, 73, 74, 78, 79, 80, 81, 82

M

Meio ambiente 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 66, 68, 69, 70, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 114, 115, 116, 130, 131, 140, 154, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 169, 170, 171, 173, 184, 187, 190, 191, 192, 194, 195, 196, 207, 209, 229, 230, 231, 241, 242, 251, 252, 254, 255, 256, 260, 262, 288, 319, 320, 329, 336

Micotoxinas 328, 334

Monitoramento 37, 42, 48, 124, 243, 246, 247, 248, 250, 251, 260

Municipalismo 52

O

Orgânico 177, 198, 270, 287, 291, 328, 330, 335, 336, 337, 340, 342, 343, 344, 345

P

Parasitismo 310, 313, 315, 316, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325

Pavimento permeável 197, 198, 199

Planejamento 29, 30, 34, 35, 72, 74, 111, 112, 118, 131, 149, 150, 152, 153, 154, 164, 165, 166, 167, 169, 173, 175, 176, 183, 195, 207, 210, 213, 216, 269, 283

Política 5, 19, 21, 24, 28, 29, 31, 34, 35, 54, 63, 66, 78, 81, 82, 85, 88, 99, 100, 104, 105, 110, 116, 162, 209, 230, 231, 278, 280, 299, 301

Poluição 7, 8, 9, 12, 20, 21, 24, 29, 30, 57, 58, 62, 114, 115, 120, 123, 124, 126, 153, 162, 184, 185, 191, 194, 211, 229, 230, 231, 342

Precipitação pluviométrica 176, 269

Problemas ambientais 29, 52, 59, 113, 114, 143, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 229, 230, 231

Q

Química verde 165, 170, 171, 173

R

Recuperação 9, 10, 21, 24, 29, 33, 76, 78, 185, 186, 197, 199, 202, 203, 204, 205, 208, 210, 213, 281, 283, 289, 290, 291, 293, 298, 334

Responsabilidade civil 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 16, 17

S

Semiárido 175, 176, 177, 183, 268, 269, 270, 273, 276, 277

Solo 24, 28, 33, 58, 114, 152, 153, 161, 191, 195, 211, 215, 230, 245, 246, 251, 253, 256, 289, 290, 293, 298, 328, 330, 331, 333, 335, 338, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349

Sustentabilidade 4, 34, 35, 42, 43, 47, 48, 50, 75, 77, 82, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 129, 131, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 170, 195, 208, 255, 262, 263, 278, 281, 283, 285, 292, 299

T

Tendências tecnológicas 164, 166

Terra indígena 155, 157, 158, 159, 161, 163, 282

Turbidez 243, 246, 247, 248, 249, 250, 251

Sustentabilidade e meio ambiente: Rumos e estratégias para o futuro

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

 **Atena**
Editora
Ano 2021

Sustentabilidade e meio ambiente: Rumos e estratégias para o futuro

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

 **Atena**
Editora
Ano 2021