

# Sustentabilidade e meio ambiente: Rumos e estratégias para o futuro

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

 **Atena**  
Editora  
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](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto: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**

#### PERCEÇÕES 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>

<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>319</b>
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	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041026">https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041026</a>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>328</b>
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	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041027">https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041027</a>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>340</b>
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	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041028">https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041028</a>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>350</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>351</b>

## REGIME PLUVIOMÉTRICO NO SERTÃO DO ARARIPE – PE

Data de aceite: 27/09/2021

Data de submissão: 06/07/2021

### Juliana Melo da Silva

Engenheira Agrônoma, Diaconia  
Recife/PE

<http://lattes.cnpq.br/5271108622932745>

### Fábio dos Santos Santiago

Doutor em Engenharia Agrícola, Diaconia  
Recife/PE

<http://lattes.cnpq.br/8936925556381385>

### Ricardo Menezes Blackburn

Especialista em Desenvolvimento Rural  
Sustentável, Diaconia  
Recife/PE

<http://lattes.cnpq.br/5651283775756164>

### Maria Clara Correia Dias

Mestre em Extensão Rural/ UFRPE, Diaconia  
Recife/PE

<http://lattes.cnpq.br/7132727000089497>

### Dayane das Neves Maurício

Engenheira Agrônoma, Diaconia  
Recife/PE

<http://lattes.cnpq.br/4733494055564300>

**RESUMO:** O Semiárido nordestino apresenta elevada variabilidade de precipitação no tempo e no espaço. A precipitação é uma das variáveis climáticas mais importantes para o desenvolvimento de culturas de sequeiro. Analisar a variabilidade das chuvas no semiárido é indispensável para nortear a seleção de culturas,

época de plantio e planejamento das unidades de produção, de modo a reduzir os riscos de perda que caracterizam a região. Neste contexto, o Projeto Algodão em Consórcios Agroecológicos, coordenado pela Diaconia, com apoio do Instituto C&A e em parceria com Embrapa Algodão, Universidade Federal de Sergipe e organizações da sociedade civil vem assessorando famílias agricultoras no aprimoramento e expansão de sistemas de produção de base agroecológica. O objetivo do trabalho é avaliar a variabilidade de precipitação em municípios no Sertão do Araripe/PE. Utilizaram-se a distribuição de frequência, agrupamento de dados, análise probabilística, teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e a curva de permanência de dados pluviométricos. Em Ouricuri/PE, 84,29% da precipitação média anual corresponde a cinco meses (dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril), sendo março o mês mais chuvoso; em Parnamirim/PE, 83,49% nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril, sendo fevereiro o mês mais chuvoso. As séries hidrológicas em estudo apresentaram elevada variabilidade temporal e espacial, indicando a necessidade de selecionar culturas que se adaptem às condições do semiárido do Nordeste brasileiro e época de plantio nos meses de maior concentração de chuvas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Semiárido, precipitação, agroecologia.

### PLUVIOMETRIC REGIME IN THE SERTÃO OF ARARIPE - PE

**ABSTRACT:** The northeastern semi-arid region presents high variability of rainfall in time and

space. Rainfall is one of the most important climatic variables for the development of rainfed crops. Analyzing rainfall variability in the semi-arid region is indispensable to guide crop selection, planting season and production unit planning, in order to reduce the risk of loss that characterizes the region. In this context, the Project called Cotton in Agroecological Consortiums, coordinated by Diaconia, with the support of the C & A Institute and in partnership with Embrapa Algodão, Federal University of Sergipe and civil society organizations, has been assisting farming families in the improvement and expansion of agroecological-based production systems. The objective of this work is to evaluate the variability of rainfall in municipalities in Sertão do Araripe/PE. Frequency distribution, data grouping, probabilistic analysis, Kolmogorov-Smirnov normality test and the pluviometric data permanence curve. In Ouricuri/PE, 84.29% of the annual rainfall average corresponds to five months (December, January, February, March and April), with the rainy month being March; in Parnamirim/PE, 83.49% in the months of December, January, February, March and April, being February the rainy month. The hydrological series under study presented high temporal and spatial variability, indicating the need to select crops that is adapted to the Brazilian Northeast semi-arid conditions and planting season in the months of higher rainfall concentration.

**KEYWORDS:** Semi-arid, precipitation, agroecology.

## INTRODUÇÃO

A região semiárida brasileira está entre as mais chuvosas do planeta, com precipitação anual variando de 200 a 800 mm. As chuvas são irregulares no tempo e no espaço e elevadas taxas de evapotranspiração. Compreender a variabilidade das chuvas no semiárido é fundamental para nortear o planejamento de consórcios agroecológicos com algodão e culturas alimentares (SANTIAGO et al., 2013).

O conhecimento da variabilidade espacial e temporal da precipitação é fundamental, sobretudo para regiões que apresentam elevado índice de seca, como o Nordeste Brasileiro, que apresenta grande vulnerabilidade às alterações climáticas (SANTOS et al., 2010).

De acordo com Righetto (1998), qualquer variável hidrológica, quando analisada experimentalmente, assume valores dependentes do local e do tempo e sujeita às leis probabilísticas. Assis Neto et al. (1996) disseram que ferramentas estatísticas a dados meteorológicos ajudam a compactar e organizar em tabelas, capaz de sumarizar as informações e facilitar a avaliação e planejamento. A distribuição por frequência é uma das maneiras de apresentação dos dados de precipitação (Landim, 1998).

O Semiárido do Nordeste do Brasil tem como critérios para a inclusão de municípios: a) a precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm; b) um índice de aridez de até 0,5 no período de 1962 e 1990, calculado pelo balanço hídrico que relaciona precipitação e a evapotranspiração potencial; c) e o risco de seca maior que 60% no período de 1970 e 1990 (BRASIL, 2005).

Neste contexto, o Projeto Algodão em Consórcios Agroecológicos vem desenvolvendo o aprimoramento e expansão dos consórcios agroecológicos por famílias

agricultoras em sete territórios do Semiárido brasileiro (seis estados), para produção de alimentos, fibra direcionada à indústria da moda na geração de renda, desenvolvimento dos Organismos Participativos de Avaliação da Conformidade Orgânica (OPACS), conservação de recursos naturais e aproximação ao comércio justo e mercado orgânico. É coordenado pela Diaconia, com apoio do Instituto C&A e em parceria com Embrapa Algodão, Universidade Federal de Sergipe e organizações da sociedade civil nos territórios de atuação. Este trabalho tem como objetivo avaliar a variabilidade de precipitação nos municípios de atuação do Projeto, visando orientar a seleção de culturas e época de plantio para famílias agricultoras.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em dois municípios do Sertão do Araripe/PE: Parnamirim/PE (08° 05' 26" S e 39° 34' 42" W) e Ouricuri/PE (07° 52' 57" S e 40° 04' 54" W). Tais áreas foram referências de captação e registro de precipitação. Os dados pluviométricos foram cedidos pela APAC (Agência Pernambucana de Águas e Climas), através da plataforma principal, sendo captados por 3 postos diferentes, sendo o posto 172 em Parnamirim/PE, e postos 175 e 337 em Ouricuri/PE. O registro da precipitação foi diário. Em Parnamirim/PE, os dados foram de 19 anos (1999 a 2018, exceto 2003), e em Ouricuri/PE de 14 anos (2003 a 2018, com exceção 2011 e 2016). Para efeito da análise estatística dos dados de precipitação, consideraram-se os mensais e anuais para a formação de séries hidrológicas de cada município. Na ocorrência de dados agrupados, na composição da distribuição de frequência, deve-se inicialmente estabelecer o número e o intervalo de classes. Para a definição do intervalo de classes de precipitação foi empregada a expressão empírica proposta por Sturges (1962), a partir da seguinte expressão:

$$l = 1 + 3,3(\log n) \quad (1)$$

Onde:

l = número de intervalo de classes;

n = número de eventos observados;

logn = logaritmo de base 10.

A amplitude foi mensurada pela diferença entre os valores máximos e mínimos de precipitação:

$$A = P_{\text{máx}} - P_{\text{mín}} \quad (2)$$

Em que:

A = amplitude;

P<sub>máx</sub> = maior valor de precipitação no período;

P<sub>mín</sub> = menor valor de precipitação no período.

Dividindo a amplitude pelo número de intervalo de classes é exequível obter a diferença entre os limites superior e inferior:

$$H = \frac{A}{l} \quad (3)$$

Assim:

H= diferença entre os limites superior e inferior;

A= amplitude;

l = número de intervalo de classes.

Subsequentemente, foi determinada a probabilidade de ocorrência de precipitação, valendo-se da equação de Kimball:

$$P(x) = \frac{m}{(n+1)} \quad (4)$$

Onde:

P(x) = probabilidade de acontecer o evento;

m = número do termo da série;

n = número de eventos da série.

O tempo de recorrência (T) do evento é o intervalo de tempo, em anos, onde um combinado evento deve ser igualado ou excedido pelo menos uma vez, através da expressão abaixo:

$$T = \frac{n+1}{m} \quad (5)$$

No qual:

T = período de retorno;

n = número de eventos da série;

m = número do termo da série.

A probabilidade de não acontecer, é denominado também como Índice de Risco:

$$P' = 1 - P \quad (6)$$

Sendo:

P' = Índice de Risco;

P = Probabilidade de acontecer o evento.

Na elaboração do teste de normalidade empregou-se o Teste Kolmogorov-Smirnov, que mede a distância máxima entre os resultados de uma distribuição e os valores

associados à distribuição hipoteticamente verdadeira (SILVA et al., 2012):

$$D = \max |F(x) - F(a)| \quad (7)$$

Assim:

D = diferença máxima entre as funções acumuladas de probabilidade teórica e empírica;

F(x) = função teórica;

F(a) = função experimental.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As séries hidrológicas representadas pelos totais anuais elucidam a alta variabilidade pluviométrica em Parnamirim/PE, com inclinação acentuada, e em Ouricuri/PE com picos de inflexão e suavidade. A amplitude entre a maior e menor precipitação anual, em Parnamirim/PE, é de 484 mm, e em Ouricuri/PE se eleva para 898 mm (**Figura 1**).

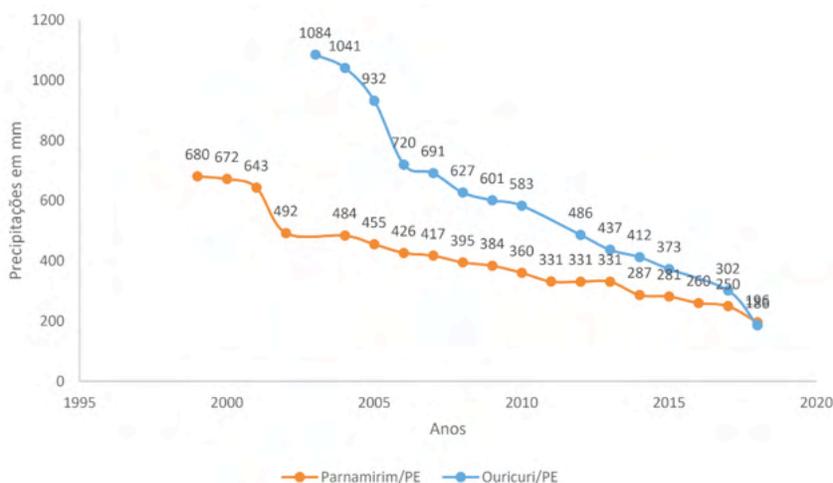


Figura 1: Totais das precipitações anuais (mm).

A **Figura 2** evidencia as curvas de permanência das séries hidrológicas anuais. É possível observar que apenas 20% dos totais anuais apresentaram precipitações acima de 450 mm em Parnamirim/PE, e 700 mm em Ouricuri/PE.

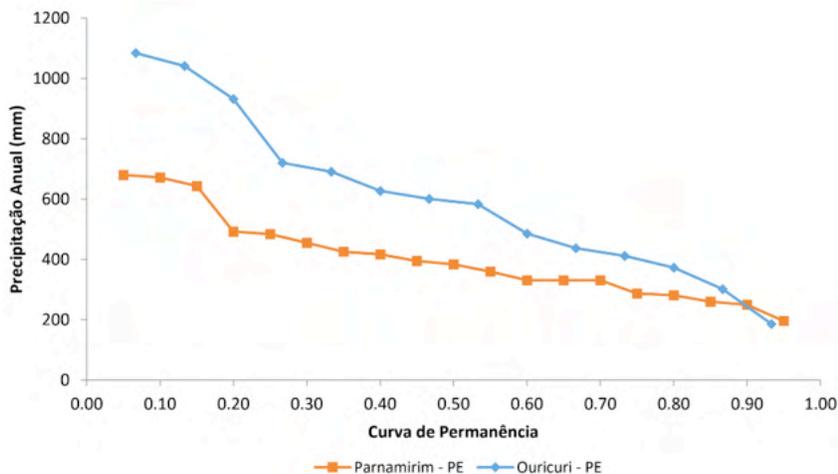


Figura 2: Curva de probabilidade da série hidrológica, com as precipitações anuais, em Parnamirim/PE e Ouricuri/PE.

A **Figura 3** representa as médias das precipitações mensais nas séries hidrológicas. Em Ouricuri/PE, 84,29% da precipitação média anual corresponde a cinco meses (dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril), sendo março o mês mais chuvoso. Em Parnamirim/PE, 83,49% nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril, sendo fevereiro o mês mais chuvoso.

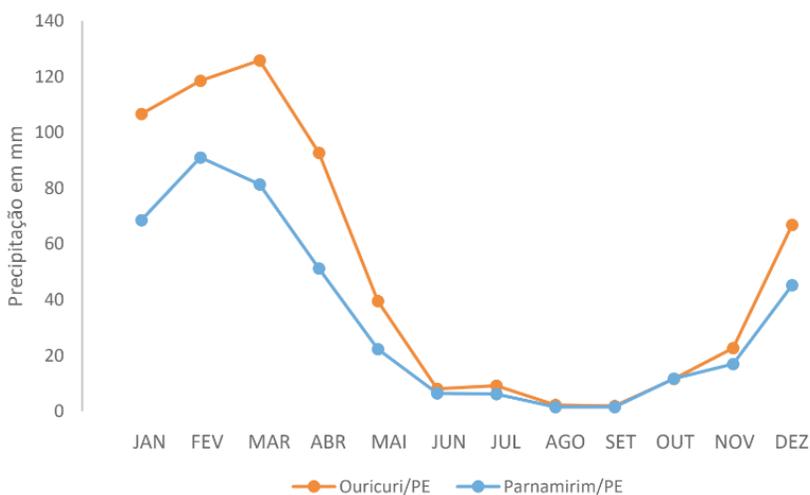


Figura 3: Séries hidrológicas, médias das precipitações mensais em Parnamirim/PE e Ouricuri/PE.

Em Ouricuri/PE é possível verificar que 78,56% das precipitações anuais são inferiores a 636mm; e não houve precipitações anuais entre 726 mm e 906 mm (**Figura 4**).

Em Parnamirim/PE, 78,90% são inferiores a 438,50 mm e 52,60% a 341 mm (**Figura 5**).

Cirilo (2010) constatou que o clima da região Semiárida é caracterizado por regime de chuvas fortemente concentrado em quatro meses (fevereiro-maio) e grande variabilidade interanual. As fortes estiagens que afetam a região sempre moldaram o comportamento das populações e foram preponderantes para a formulação de políticas públicas (SANTIAGO et al., 2013).

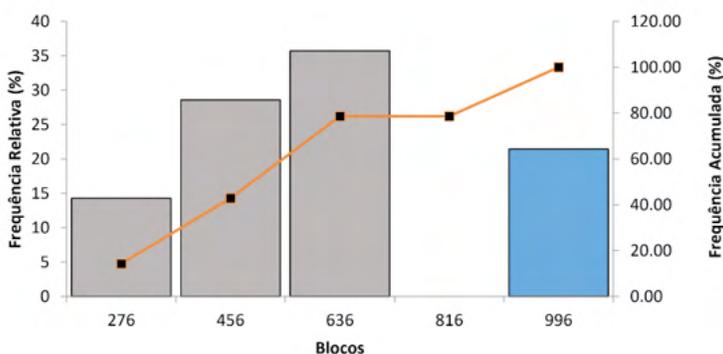


Figura 4. Histograma das precipitações anuais em Ouricuri/PE.

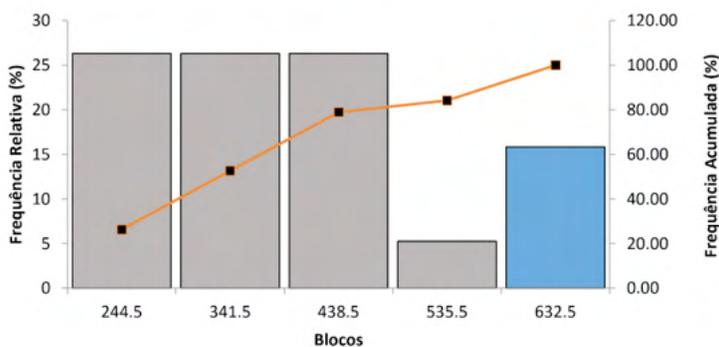


Figura 5. Histograma das precipitações anuais (mm) em Parnamirim/PE.

Nas **Tabelas 1 e 2** demonstram a variabilidade da precipitação anual com tratamento probabilístico. A probabilidade de ocorrer precipitação anual de 680 mm em Parnamirim/PE e 1.084 mm em Ouricuri/PE é de 5% e 7%, respectivamente. As precipitações anuais entre 250 mm e 196 mm, em Parnamirim/PE, observam-se as probabilidades dos eventos se repetirem em 90% e 95%, respectivamente. Em Ouricuri/PE, entre 302 mm e 186 mm há probabilidades de ocorrência de 87% e 93%, respectivamente.

m	Precipitação (mm)	Probabilidade (P) ou frequência acumulada	Tempo de Retorno (T)	Índice de Risco (J)
1	680	0,05	20,00	0,95
2	672	0,10	10,00	0,90
3	643	0,15	6,67	0,85
4	492	0,20	5,00	0,80
5	484	0,25	4,00	0,75
6	455	0,30	3,33	0,70
7	426	0,35	2,86	0,65
8	417	0,40	2,50	0,60
9	395	0,45	2,22	0,55
10	384	0,50	2,00	0,50
11	360	0,55	1,82	0,45
12	331	0,60	1,67	0,40
13	331	0,65	1,54	0,35
14	331	0,70	1,43	0,30
15	287	0,75	1,33	0,25
16	281	0,80	1,25	0,20
17	260	0,85	1,18	0,15
18	250	0,90	1,11	0,10
19	196	0,95	1,05	0,05

Tabela 1. Análise probabilística da série hidrológica de precipitação anual em Parnamirim/PE.

m	Precipitação (mm)	Probabilidade (P) ou frequência acumulada	Tempo de Retorno (T)	Índice de Risco (J)
1	1084	0,07	15,00	0,93
2	1041	0,13	7,50	0,87
3	932	0,20	5,00	0,80
4	720	0,27	3,75	0,73
5	691	0,33	3,00	0,67
6	627	0,40	2,50	0,60
7	601	0,47	2,14	0,53
8	583	0,53	1,88	0,47
9	486	0,60	1,67	0,40
10	437	0,67	1,50	0,33
11	412	0,73	1,36	0,27
12	373	0,80	1,25	0,20
13	302	0,87	1,15	0,13
14	186	0,93	1,07	0,07

Tabela 2. Análise probabilística da série hidrológica de precipitação anual em Ouricuri/PE.

Os dados das séries hidrológicas foram testados e apresentam distribuição normal pelo Teste Kolmogorov-Smirnov a 5% de significância.

## CONCLUSÕES

As séries hidrológicas das precipitações apresentaram elevada variabilidade nos meses e anos, e com baixos índices pluviométricos. A seleção de culturas para a composição dos consórcios agroecológicos deve apresentar ciclos curtos, baixas taxas

de requerimento hídrico e adaptações as condições do semiárido. A quadra climática de precipitação entre dezembro a abril indica a maior concentração de chuvas necessárias para o planejamento dos plantios.

## REFERÊNCIAS

ASSIS NETO, F. et al. Aplicações de Estatística à Climatologia: teoria e prática. Pelotas: editora universitária - UFPel, 1996.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. *Portaria 89*, de 16 de março de 2005. Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/RE\\_89\\_16\\_03\\_2004.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/RE_89_16_03_2004.pdf)> Acesso em: 28 mar. 2019.

CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M.G.L.; CAMPOS, J. N. B. A questão da água no semiárido brasileiro. São Paulo. 2010.

LANDIM, P. M. B. (1998) *Análise estatística de dados geológicos*. São Paulo: Editora da UNESP.

RIGHETTO, A. M. Hidrologia e Recurso Hídricos. São Carlos: EESC/USP, 1998.

SANTIAGO, Fábio dos Santos et al. *Variabilidade pluviométrica em agricultura de sequeiro no sertão do Pajeú-Pernambuco*. In: 7º ENCONTRO INTERNACIONAL DAS ÁGUAS, 05., 2013. Anais. Universidade Católica do Recife: UNICAP, 2013, p. 1 - 8.

SANTOS, D. N.; Silva, V. P. R.; Sousa, F. A. S.; Silva, R. A. Estudo de alguns cenários climáticos para o Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.492-500, 2010.

SILVA, B. M.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SILVA, F. B. da; ARAÚJO FILHO, P. F. de. (2012). *Chuvas Intensas em Localidades do Estado de Pernambuco*. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 17. n. 3, pp. 135-147.

STURGES, H. A. (1962). *The Choice of a Class Interval*. *Journal of the American Statistical Association*. v. 21, p. 65-66.

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

 **Atena**  
Editora  
Ano 2021

# Sustentabilidade e meio ambiente: Rumos e estratégias para o futuro

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

 **Atena**  
Editora  
Ano 2021