

# MEIO AMBIENTE, SUSTENTABILIDADE E AGROECOLOGIA ?

Tayronne de Almeida Rodrigues  
João Leandro Neto  
Dennyura Oliveira Galvão  
(Organizadores)

 **Atena**  
Editora

Ano 2019

**Tayronne de Almeida Rodrigues**  
**João Leandro Neto**  
**Dennyura Oliveira Galvão**  
(Organizadores)

# **Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia 7**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

M514 Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia 7 [recurso eletrônico]  
/ Organizadores Tayronne de Almeida Rodrigues, João Leandro Neto, Dennyura Oliveira Galvão. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia; v. 7)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-332-3

DOI 10.22533/at.ed.323191605

1. Agroecologia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Rodrigues, Tayronne de Almeida. II. Leandro Neto, João. III. Galvão, Dennyura Oliveira. IV. Série.

CDD 630

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

2019

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.

## APRESENTAÇÃO

A obra Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia vem tratar de um conjunto de atitudes, de ideias que são viáveis para a sociedade, em busca da preservação dos recursos naturais.

Em sua origem a espécie humana era nômade, e vivia integrada a natureza, sobreviviam da caça e da colheita. Ao perceber o esgotamento de recursos na região onde habitavam, migravam para outra área, permitindo que houvesse uma reposição natural do que foi destruído. Com a chegada da agricultura o ser humano desenvolveu métodos de irrigação, além da domesticação de animais e também descobriu que a natureza oferecia elementos extraídos e trabalhados que podiam ser transformados em diversos utensílios. As pequenas tribos cresceram, formando cidades, reinos e até mesmo impérios e a intervenção do homem embora pareça benéfica, passou a alterar cada vez mais negativamente o meio ambiente.

No século com XIX as máquinas a vapor movidas a carvão mineral, a Revolução Industrial mudaria para sempre a sociedade humana. A produção em grande volume dos itens de consumo começou a gerar demandas e com isso a extração de recursos naturais foi intensificada. Até a agricultura que antes era destinada a subsistência passou a ter larga escala, com cultivos para a venda em diversos mercados do mundo. Atualmente esse modelo de consumo, produção, extração desenfreada ameaça não apenas a natureza, mas sua própria existência. Percebe-se o esgotamento de recursos essenciais para as diversas atividades humanas e a extinção de animais que antes eram abundantes no planeta. Por estes motivos é necessário que o ser humano adote uma postura mais sustentável.

A ONU desenvolveu o conceito de sustentabilidade como desenvolvimento que responde as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de satisfazer seus próprios anseios. A sustentabilidade possui quatro vertentes principais: ambiental, econômica, social e cultural, que trata do uso consciente dos recursos naturais, bem como planejamento para sua reposição, bem como no reaproveitamento de matérias primas, no desenvolvimento de métodos mais baratos, na integração de todos os indivíduos na sociedade, proporcionando as condições necessárias para que exerçam sua cidadania e a integração do desenvolvimento tecnológico social, perpetuando dessa maneira as heranças culturais de cada povo. Para que isso ocorra as entidades e governos precisam estar juntos, seja utilizando transportes alternativos, reciclando, incentivando a permacultura, o consumo de alimentos orgânicos ou fomentando o uso de energias renováveis.

No âmbito da Agroecologia apresentam-se conceitos e metodologias para estudar os agroecossistemas, cujo objetivo é permitir a implantação e o desenvolvimento de estilos de agricultura com maior sustentabilidade, como bem tratam os autores desta obra. A agroecologia está preocupada com o equilíbrio da natureza e a produção de alimentos sustentáveis, como também é um organismo vivo com sistemas integrados

entre si: solo, árvores, plantas cultivadas e animais.

Ao publicar esta obra a Atena Editora, mostra seu ato de responsabilidade com o planeta quando incentiva estudos nessa área, com a finalidade das sociedades sustentáveis adotarem a preocupação com o futuro.

Tenham uma excelente leitura!

Tayronne de Almeida Rodrigues

João Leandro Neto

Dennyura Oliveira Galvão

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
AGRICULTURA DE SUBSISTÊNCIA NA SERRA URUBURETAMA, CEARÁ, BRASIL	
José Nelson do Nascimento Neto	
José Falcão Sobrinho	
Cleire Lima da Costa Falcão	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3231916051</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
ALIMENTAÇÃO E HIPERTENSÃO ARTERIAL EM UMA COMUNIDADE QUILOMBOLA	
Denise Aparecida da Silva	
Eliana Carla Gomes de Souza	
Aline Rosignoli da Conceição	
Edimara Maria Ferreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3231916052</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO DE LEITE BOVINO EM AGROECOSSISTEMAS DA AGRICULTURA FAMILIAR	
Carli Freitag	
Rafael Cristiano Heinrich	
Marcia Andréia Barboza da Silva	
Ivan Maurício Martins	
Nardel Luiz Soares da Silva	
André Fernando Hein	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3231916053</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
ANÁLISE DE RENTABILIDADE ENTRE O CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO E CULTIVO DE ARROZ SEQUEIRO	
Keila Prates Rolão	
Leonardo Francisco Figueiredo Neto	
Renato de Oliveira Rosa	
Simone Bernades Voese	
Mayara Batista Bitencourt Fagundes	
Adriano Marcos Rodrigues Figueiredo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3231916054</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>58</b>
ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL NO RIO GRANDE DO NORTE: CONSENSO OU EMBATE DE VISÕES?	
Eliana Andrade da Silva	
Mariane Raquel Oliveira da Fonseca	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3231916055</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 63**

**AVALIAÇÃO DA ACEITAÇÃO DE PREPARAÇÃO COM INGREDIENTES NÃO CONVENCIONAIS DA BANANEIRA EM EVENTO DE GASTRONOMIA DE VIÇOSA-MG**

Martha Christina Tatini  
Priscila Santos Angonesi  
Nírcia Isabella Andrade Pereira  
Cátia Regina Barros de Assis  
Alef Vinícius Sousa  
Ivis de Aguiar Souza  
Leila Aparecida Costa Pacheco  
Cristiana Teixeira Silva  
Clarissa de Souza Nunes  
Ana Lídia Coutinho Galvão  
Luiza Carla Vidigal Castro

**DOI 10.22533/at.ed.3231916056**

**CAPÍTULO 7 ..... 68**

**COMPLEMENTAÇÃO DE RENDA ATRAVÉS DA COLETA EXTRATIVISTA DE ESPÉCIES NATIVAS DO CERRADO: O BARU COMO ESTUDO DE CASO**

Carlos Ferreira da Silva  
Leandro Alves Ataíde  
Leonardo Felipe de Oliveira Palheta  
Kelly Soraya da Luz  
Flávio Murilo Pereira da Costa

**DOI 10.22533/at.ed.3231916057**

**CAPÍTULO 8 ..... 74**

**CONHECIMENTOS TRADICIONAIS E ETNOCONSERVAÇÃO: A PESCA ARTESANAL NA ILHADO CAPIM NO MUNICÍPIO DE ABAETETUBA – PARA**

Josiel do Rego Vilhena  
Josielle Assunção Fonseca

**DOI 10.22533/at.ed.3231916058**

**CAPÍTULO 9 ..... 84**

**ELABORAÇÃO DA MATRIZ DE RISCO DO PROCESSO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL DO PROGRAMA VIVA MARANHÃO**

Jackgrayce Dutra Nascimento Silva  
Carlos Eugênio Pereira Moreira

**DOI 10.22533/at.ed.3231916059**

**CAPÍTULO 10 ..... 94**

**EMPREGO DE BIOESTIMULAÇÃO COM NITROGÊNIO NA BIORREMEDIÇÃO *IN SITU* DE SOLO CONTAMINADO COM ÓLEO DIESEL**

Mayara Guedes Sabino  
Aurora Mariana Garcia de França Souza

**DOI 10.22533/at.ed.32319160510**

**CAPÍTULO 11 ..... 102**

ESTUDO EXPERIMENTAL DO COMPORTAMENTO HIDRODINÂMICO DE UM REATOR ANAERÓBIO HÍBRIDO (UAHB)

Ana Carolina Monteiro Landgraf  
Lucas Eduardo Ferreira da Silva  
Gabriela Roberta Nardon Meira  
Eudes José Arantes  
Thiago Morais de Castro

**DOI 10.22533/at.ed.32319160511**

**CAPÍTULO 12 ..... 111**

EVOLUÇÃO BIANUAL DOS ÍNDICES DE QUALIDADE DE ATERRO DOS RESÍDUOS (IQR) PÓS PROMULGAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS)

Lucas da Silva Pereira  
Rogério Giuffrida  
Suelen Navas Úbida

**DOI 10.22533/at.ed.32319160512**

**CAPÍTULO 13 ..... 119**

EXPERIÊNCIA DE REINTRODUÇÃO DE VARIEDADES DE MILHO NATIVAS EM UMA COMUNIDADE QOM NO NORDESTE DA ARGENTINA

Eduardo Musacchio  
Libertad Mascarini  
Lautaro Castro

**DOI 10.22533/at.ed.32319160513**

**CAPÍTULO 14 ..... 124**

GERAÇÃO DE ESPÉCIES REATIVAS NA FOTOCATÁLISE HETEROGÊNEA PARA APLICAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO DE ENSAIOS ANTIOXIDANTES

Anallyne Nayara Carvalho Oliveira Cambrussi  
Talissa Brenda de Castro Lopes  
Maria Crisnanda Almeida Marques  
Josy Anteveli Osajima  
Edson Cavalcanti da Silva Filho  
Alessandra Braga Ribeiro

**DOI 10.22533/at.ed.32319160514**

**CAPÍTULO 15 ..... 148**

IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA ALIMENTAÇÃO PAULISTANA CONSIDERANDO OS PRATOS DO DIA NA CIDADE DE SÃO PAULO

Isaias Ribeiro Novais Silva  
Sabrina Barbosa Lednik  
Luiza Camossa de Souza Ferreira  
Fabio Rubens Soares  
Emilia Satoshi Miyamaru Seo

**DOI 10.22533/at.ed.32319160515**



**CAPÍTULO 16 ..... 170**

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOSFATADA NA PRODUTIVIDADE, CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS E COLONIZAÇÃO MICORRÍZICA EM *Arachis pintoi*

Marcelo Alves da Silva  
Leila Cristina Domingues Gomes  
Leopoldo Sussumu Matsumoto

**DOI 10.22533/at.ed.32319160516**

**CAPÍTULO 17 ..... 181**

INFLUÊNCIA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NO DESEMPENHO DE LAGOAS DE POLIMENTO

Maria Virgínia da Conceição Albuquerque  
Ana Alice Quintans de Araújo  
Regina Wanessa Geraldo Cavalcanti Lima  
Kely Dayane Silva do Ó  
Amanda da Silva Barbosa Cartaxo  
Railson de Oliveira Ramos  
José Tavares de Sousa  
Wilton Silva Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.32319160517**

**CAPÍTULO 18 ..... 191**

MODELO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA A VILA RURAL FLOR DO CAMPO NO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO-PR

Rafael Montanhini Soares de Oliveira  
Matheus Leme Varajão Palazzo  
Tatiane Cristovam Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.32319160518**

**CAPÍTULO 19 ..... 204**

PROGRAMAS DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA GRÁFICA COM FOCO NA ISO 9001 E NA CERTIFICAÇÃO FLORESTAL FSC: BENEFÍCIOS E DESAFIOS DA ADOÇÃO

Silvia Helena Boarin Pinto  
Gabriel Gaboardi de Souza  
Isabela Gaiardo Carneiro  
Larissa Henriques Pascoal Martins  
Thamires Amorim da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.32319160519**

**CAPÍTULO 20 ..... 206**

PROJETO EDUCANDO EM SAÚDE: AÇÕES EM UMA ESCOLA PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS-MA

Kassya Rosete Silva Leitão  
Maria de Fátima Lires Paiva  
Maria Iêda Gomes Vanderlei  
Ortêncyra Moraes Silva  
Thalita Dutra de Abreu

**DOI 10.22533/at.ed.32319160520**

<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>214</b>
PROJETO TÉCNICO DE TRABALHO SOCIAL (PTTS) NO PROGRAMA DE AMPLIAÇÃO DA COBERTURA E MELHORIA DA QUALIDADE DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM ÁREAS CARENTES, MARGEM ESQUERDA DA BACIA DO RIO BACANGA, SÃO LUÍS/MA	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Jackgrayce Dutra Nascimento Silva</li> <li>Ronni Sousa Silva</li> <li>Carlos Eugênio Pereira Moreira</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32319160521</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>221</b>
PROPOSIÇÃO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO AMBIENTAL BASEADOS NA NORMA ISO 14001:2015 PARA A INSTALAÇÃO DE CONDOMÍNIOS RESIDENCIAIS VERTICAIS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alana Katrine Blank</li> <li>Alexandre Beiro Caramez</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32319160522</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>233</b>
VALOR NUTRICIONAL DA TORTA DE SOJA EXTRUSADA PARA LEITÕES	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Maria Eliza Brumatti Galiardi</li> <li>Juliana Heloiza Aparecida Antunes</li> <li>Layara Arieli Zocatte Melo</li> <li>Adriana Bulcão da Silva Costa</li> <li>Marcos Augusto Alves Silva</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32319160523</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>238</b>
METODOLOGIA PARA PEQUENAS CRIAÇÕES EM LABORATÓRIO DO PREDADOR <i>Orius insidiosus</i> (SAY, 1832)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Simone dos Santos Matsuyama</li> <li>Jael Simões Santos Rando</li> <li>Fernando Miike</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32319160524</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>245</b>
UTILIZAÇÃO DA HIDROCICLONAGEM E DA SECAGEM POR ATOMIZAÇÃO NO BENEFICIAMENTO DE MATÉRIAS-PRIMAS CERÂMICAS: PROPRIEDADES DE CORPOS CERÂMICOS PRODUZIDOS COM MATÉRIAS-PRIMAS PROCESSADAS POR HIDROCICLONAGEM	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Raquel Rodrigues do Nascimento Menezes</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32319160525</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>261</b>
ELABORAÇÃO DE MANUAL PARA CRIAÇÃO DE PROCEDIMENTOS PARA ATENDIMENTO A FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Cristiano Pontes Nobre</li> <li>Cecília Bueno</li> <li>Felipe Da Costa Brasil</li> <li>André Luiz Carneiro Simões</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32319160526</b>	

<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>269</b>
PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS SINTRÓPICOS SEM IRRIGAÇÃO: UMA ALTERNATIVA PARA A CRISE HÍDRICA E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	
José Kubitschek Fonseca de Borba Júnior Paula Mathne Capone Borba Denise Barbosa Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32319160527</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>289</b>
MODELOS BAYESIANOS PARA ESTIMAÇÃO DE ACÚMULO DE NPK DA CANA-DE-AÇÚCAR ( <i>Saccharum spp.</i> ) EM SISTEMA IRRIGADO DE PRODUÇÃO NA ZONA DA MATA DE PERNAMBUCO	
José Nilton Maciel dos Santos Emídio Cantídio Almeida de Oliveira Ana Luíza Xavier Cunha Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel Moacyr Cunha Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32319160528</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>299</b>
UTILIZAÇÃO DE FIBRAS NATURAIS PROVENIENTES FOLHA PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA DA PALMEIRA DO UBUÇÚ EM COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIÉSTER	
Igor dos Santos Gomes Roberto Tetsuo Fujiyama	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32319160529</b>	
<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>316</b>
REFUNCIONALIZAÇÃO DE ESPAÇOS ATRAVÉS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS: UM ESTUDO DE CASO A PARTIR DE AGROFLORESTAS URBANAS NO CAMPUS DA CIDADE UNIVERSITÁRIA DA UFRJ, ILHA DO FUNDÃO	
Rodrigo Airton da Silva Maciel	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32319160530</b>	
<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>323</b>
ASPECTOS DE TRILHAS FÍSICAS DA FORMIGA CORTADEIRA <i>ATTA SEXDENS RUBROPILOSA</i> FOREL, 1908 (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)	
Leticia Tunes Barrufaldi Simone dos Santos Matsuyama Larissa Máira Fernandes Pujoni Jael Simões Santos Rando	
<b>DOI 10.22533/at.ed.32319160531</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>328</b>

## EMPREGO DE BIOESTIMULAÇÃO COM NITROGÊNIO NA BIORREMEDIAÇÃO *IN SITU* DE SOLO CONTAMINADO COM ÓLEO DIESEL

**Mayara Guedes Sabino**

Centro Universitário Hermínio Ometto  
Araras – São Paulo

**Aurora Mariana Garcia de França Souza**

Centro Universitário Hermínio Ometto  
Araras – São Paulo

**RESUMO:** O crescente uso de combustíveis fósseis provoca uma preocupação em relação às contaminações que podem ser ocasionadas, trazendo sérias consequências ao meio ambiente. Dentre os métodos de remediação de áreas contaminadas, o processo de biorremediação é um dos mais empregados devido a sua facilidade e baixo custo. A biodegradação dos contaminantes pode ser monitorada através da respirometria de Bartha & Pramer que quantifica a produção de  $\text{CO}_2$ , parâmetro fortemente associado à eficiência do processo. Este trabalho teve por objetivo avaliar a influência de diferentes concentrações de sulfato de amônio,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (bioestimulante), na biorremediação de solos contaminados com óleo diesel, utilizando a respirometria de Bartha. Para tal, foram colocados, nos respirômetros de Bartha, os solos contaminados com 10% de óleo diesel e  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  nas concentrações de 0%, 2%, 3%, 5%, 8% e 10%, como fonte de nitrogênio. Esses respirômetros foram incubados durante 33 dias, a temperatura de

28°C e foram realizadas análises periódicas de  $\text{CO}_2$  produzido. Os resultados obtidos apontam que as maiores produções do gás ocorreram para as concentrações de 2% e 3% de sulfato de amônio.

**PALAVRAS-CHAVES:** Respirômetro de Bartha; biodegradação; avaliação de  $\text{CO}_2$ .

**ABSTRACT:** The increasing use of fossil fuels causes concern about the contaminations that can be caused, bringing serious consequences to the environment. Among the methods of remediation of contaminated areas, the bioremediation process is one of the most employed due to its ease and low cost. The biodegradation of contaminants can be monitored through Bartha & Pramer's respirometry, which quantifies  $\text{CO}_2$  production, a parameter strongly associated with process efficiency. The objective of this work was to evaluate the influence of different concentrations of ammonium sulphate,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (biostimulant), on the bioremediation of soils contaminated with diesel oil, using Bartha respirometry. For this, the soils contaminated with 10% of diesel oil and  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  in the concentrations of 0%, 2%, 3%, 5%, 8% and 10% were placed in the Bartha breathalysers as a source of nitrogen. These breathers were incubated for 33 days at 28°C and periodic  $\text{CO}_2$  produced. The results show that the highest gas productions occurred

at concentrations of 2% and 3% of ammonium sulphate.

**KEYWORDS:** Bartha's respirator; Biodegradation; Evaluation of CO<sub>2</sub>.

## 1 | INTRODUÇÃO

No atual cenário brasileiro é possível observar a crescente utilização de automóveis. Estima-se que no país o volume de veículos foi de aproximadamente 43 milhões em 2017 contra 42 milhões em 2015 e 2016 (G1, 2018). Essa realidade reflete em uma maior dependência de combustíveis derivados de petróleo.

Em 2017, entre os combustíveis derivados do petróleo, o óleo diesel B foi o que teve maior comercialização. Aproximadamente, 55 bilhões de litros de óleo diesel B foram comercializados, contra 43 bilhões de litros da gasolina C e 14 bilhões de litros do etanol hidratado (ANP, 2018).

Esse contexto provoca outra preocupação, aquela relacionada às contaminações que podem ser ocasionadas por combustíveis, durante a distribuição por tubulações ou armazenamento em postos de combustíveis. Segundo um inventário da CETESB (2017), os postos de combustíveis são responsáveis por 72% de 5942 áreas contaminadas existentes no estado de São Paulo.

As contaminações causadas por combustíveis podem alcançar os solos e águas subterrâneas. Algumas das consequências desse tipo de contaminação são redução da luminosidade nos corpos hídricos, alteração do pH do solo e das águas, diminuição da oferta de oxigênio e maior toxicidade provocada por compostos presentes com prejuízo à fauna e à flora do local (GUIMARÃES, 2007).

Para Fine et al. (1997), o fato dos combustíveis derivados do petróleo serem uma complexa mistura de hidrocarbonetos com diferentes propriedades físicas e químicas, levará à diferentes distribuições desses compostos no ar, no solo e nas águas. Os autores citam os processos de sorção, volatilização, transformação e transporte como de significativa importância na distribuição de hidrocarbonetos no meio poroso. No entanto, os componentes individuais presentes no óleo diesel são biodegradáveis no solo quando em condições adequadas, o que facilita no processo de descontaminação (CETESB, 2017).

Vários métodos para remediação de áreas contaminadas com hidrocarbonetos derivados do petróleo têm sido estudados, sendo que esses processos são biológicos, físicos ou químicos. Entre os métodos biológicos estão os processos de biorremediação.

O processo de biorremediação, que pode ocorrer *in situ* ou *ex situ*, é um dos mais empregados no tratamento dessas áreas contaminadas com combustíveis, devido a sua facilidade e baixo custo. Nesse processo, os microrganismos nativos presentes no meio contaminado degradam os compostos orgânicos. Contudo, essa biodegradação pode demandar longo período de tempo para sua conclusão, sendo necessário estimular o crescimento microbiano, através de condições favoráveis

de pH, temperatura, nutrientes (nitrogênio e fósforo), umidade, entre outros fatores (DECESARO, 2013). Considerando esse fato, é importante que mecanismos para melhorar a bioestimulação dos microrganismos e dessa forma reduzir o tempo dos processos de biorremediação sejam cada vez mais estudados.

A biodegradação dos contaminantes pode ser monitorada através da respirometria de Bartha & Pramer, que quantifica a produção de  $\text{CO}_2$  para determinar a eficiência do processo. A produção de  $\text{CO}_2$  está fortemente associada ao consumo de hidrocarbonetos, indicando a mineralização do contaminante, (TOMASELLA, 2009). Ou seja, a quantidade do gás produzido é proporcional à porcentagem do contaminante biodegradado.

Dessa forma, métodos que indiquem a produção microbiana de  $\text{CO}_2$  são utilizados para avaliar o processo de biorremediação de solos contaminados. Entre esses, destaca-se o método de respirométrico de Bartha, padronizado pela norma brasileira NBR14283 - Resíduos em solo – Determinação da biodegradação pelo método respirométrico, (ABNT, 1999), por ser um método simples e que não necessita de grandes equipamentos para sua realização.

## 2 | OBJETIVOS

O objetivo é monitorar e quantificar a produção de  $\text{CO}_2$ , em um solo contaminado com óleo diesel, através da respirometria de Bartha, avaliando a influência na adição de diferentes concentrações de nitrogênio, na forma de sulfato de amônio, na biodegradação de contaminantes derivados de petróleo (óleo diesel).

## 3 | METODOLOGIA

O solo a ser utilizado na pesquisa foi coletado na horta experimental do Centro Universitário Hermínio Ometto, numa profundidade de aproximadamente 15cm. Uma quantidade de solo, necessária ao desenvolvimento da pesquisa foi passada em peneiras com malha de 4,75 mm, acondicionada em béquer coberto com filme de PVC e mantida a  $1,5^\circ\text{C}$  em refrigerador até o momento da realização dos testes. A caracterização do solo foi feita pela determinação da composição granulométrica, da umidade, do pH e do teor de carbono orgânico total. A composição granulométrica foi determinada nos laboratórios do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Hermínio Ometto, empregando-se para tal método adaptado de ABNT (2016). Para a determinação da umidade, utilizou-se procedimento adaptado de Carmo e Silva (2012), com secagem do solo em estufa a  $105^\circ\text{C}$ , por um período de 24 h. O pH foi determinado empregando-se procedimento descrito por EMBRAPA (1997). A determinação do carbono orgânico total foi feita por oxidação via seca de 5g de solo, seguindo procedimento adaptado de Teixeira, 2017. Para o cálculo do teor C total na

amostra foi usada a equação (1), onde P1 expressa o peso (g) da amostra seca em estufa entre 100-105°C, P2 expressa o peso (g) após o processo de ignição a 550°C, M a massa inicial (5g ±0,1).

$$C. \text{ total (g. kg}^{-1}\text{)} = \frac{(P1-P2).1000}{M} \quad \text{Equação 1}$$

A bioestimulação da degradação do óleo diesel em solo, utilizando nitrogênio, foi avaliada utilizando-se respirômetros de Bartha. Em cada respirômetro foi adicionado 50 ± 0,1 g de solo contaminado com 5 ml de óleo diesel comercial, obtendo-se um contaminação na concentração de 10% (v/m) do contaminante. Os ensaios foram montados em triplicada para as concentrações 0% (respirômetro CC), 2%, 3%, 5%, 8% e 10% (massa de sulfato de amônio/massa de solo) da fonte de nitrogênio. Um conjunto de três respirômetros foi montado com solo sem o contaminante (respirômetro SC). Para avaliação da produção de CO<sub>2</sub> nos ensaios, foram utilizados respirômetros de Bartha, seguindo o procedimento descrito em ABNT (1999). A determinação da massa de CO<sub>2</sub> gerada pela biodegradação do contaminante foi calculada diariamente, com coletas preferencialmente no mesmo horário, num período de 33 dias, pela Equação 2, (MELLO, G. S. L *et al.* 2007). Utilizou-se o programa Excel 2010 para a geração de tabelas e gráficos a partir das massas acumuladas de CO<sub>2</sub> gerado durante o período de avaliação.

$$\text{mgCO}_2 = (V_B - V_A). 50. 0,044. f_{\text{HCl}} \quad \text{Equação 2}$$

Na equação, o V<sub>B</sub> é o volume de solução de HCl 0,1M para titular a solução de KOH (0,2 N) da prova em branco, em mL; o V<sub>A</sub> é o volume de solução de HCl 0,1 M para titular a solução de KOH do respirômetro teste, em mL; 50 é o fator para transformar equivalente em μmol de CO<sub>2</sub>; 0,044 é fator para transformar μmol de CO<sub>2</sub> em mg de CO<sub>2</sub> e f<sub>HCl</sub> é o fator de solução do HCl 0,1 M.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Caracterização do solo

A Figura 1 traz os valores em porcentagem dos diferentes diâmetros de grãos que compõem o solo usado na pesquisa.

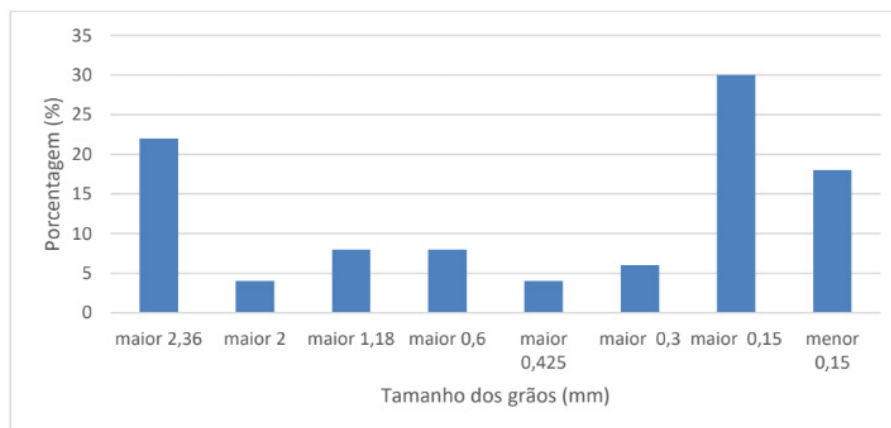


Figura 1 - Análise granulométrica.

Fonte: As Autoras.

Segundo ABNT (1995), as frações constituintes do solo têm diâmetro dos grãos variando de 2,0-0,06mm para areia, 0,06-0,002mm para silte e <0,002mm para argila, o que permite afirmar que o solo utilizado na pesquisa é predominantemente arenoso. Costa (2015) também utilizou solo com predominância de areia em seu estudo de biestimulação para recuperação de solos contaminados com petróleo.

A Tabela 1 insere os valores de algumas propriedades do solo sem contaminação e contaminado com óleo diesel.

PROPRIEDADES	SOLO SEM CONTAMINAÇÃO	SOLO COM CONTAMINAÇÃO
Umidade	7,05%	10,9%
Teor de Matéria Orgânica	116,62 g/kg	160,69 g/kg
pH	6,37	-

Tabela 1: Propriedades do solo sem e com contaminação com óleo diesel.

Fonte: As Autoras

A análise da tabela permite afirmar que houve aumento dos teores de matéria orgânica e de umidade com a introdução do contaminante no solo, o que já era esperado. No entanto, mesmo tendo aumento da umidade, essa ainda se manteve inferior à do solo que foi utilizado por Baptista et al. (2005). Os autores salientam que alto teor de umidade pode influenciar negativamente a biodegradação por dificultar a adequada aeração do solo e, por isso, em sua pesquisa, procederam a correção desse parâmetro.

#### Quantidade de CO<sub>2</sub> acumulada devido a biodegradação do contaminante

A Figura 2 mostra os respirômetros de Bartha montados para a determinação da quantidade de CO<sub>2</sub> evoluída a partir da biodegradação do contaminante (5 mL de óleo diesel) em presença de diferentes concentrações de sulfato de amônio, fonte do nutriente nitrogênio.



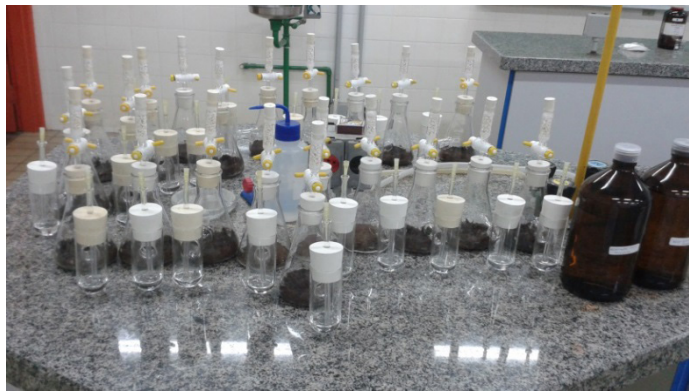


Figura 2. Montagem dos respirômetros de Bartha.

Fonte: As Autoras

As quantidades de  $\text{CO}_2$  acumuladas, expressas em mg, para as diferentes concentrações de sulfato de amônio, durante o período de 33 dias de acompanhamento da biodegradação do contaminante no solo são apresentadas na Figura 3.

A análise da figura indica que o aporte do contaminante no solo se constitui como fonte de matéria orgânica para os microrganismos nativos, visto que a quantidade acumulada de  $\text{CO}_2$  obtida no respirômetro CC (com contaminação e sem adição de nutriente) é maior que a obtida no respirômetro SC (sem contaminação e sem adição de nutriente).

No tocante à bioestimulação com adição de sulfato de amônio como fonte de nitrogênio, pode-se afirmar que a maior quantidade de  $\text{CO}_2$  acumulada é a do respirômetro com 2% de sulfato de amônio com 609,16 mg, seguida com muita proximidade da obtida no respirômetro com 3% do mesmo sal com 602,80 mg. Tal resultado está coincidente ao obtido por Baptista et al.(2003), que encontraram a melhor biodegradação para óleo cru derivado de petróleo a partir da bioestimulação com a concentração de 2,5% da mesma fonte de nitrogênio utilizada nesta pesquisa.

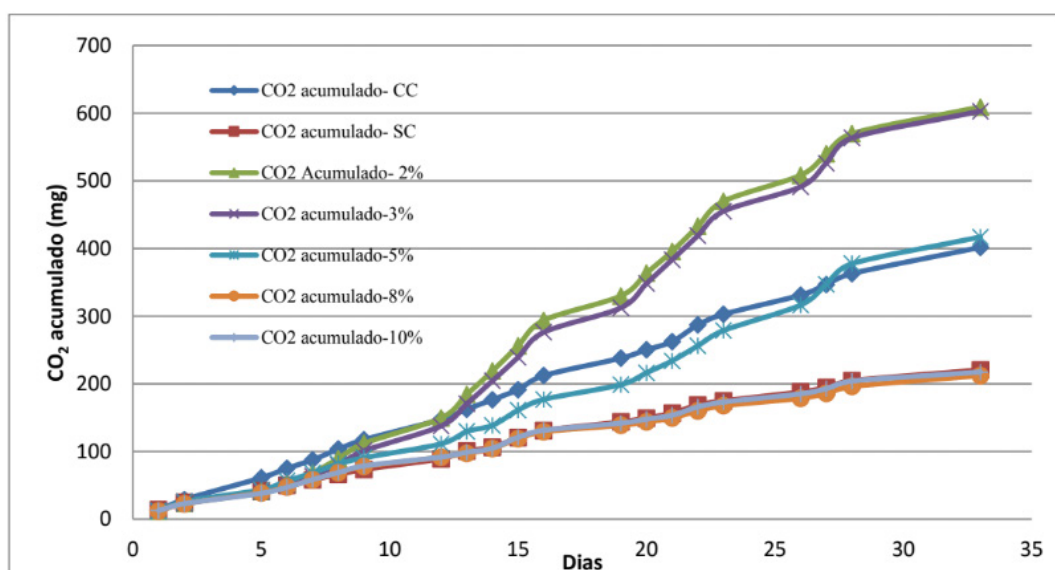


Figura 3. Quantidade acumulada de  $\text{CO}_2$  para cada experimento.

Fonte: As Autoras

Além disso, os resultados mostram que para as concentrações de 8% e 10% de sulfato de amônio, a quantidade acumulada de CO<sub>2</sub> diminui bruscamente, indicando que o excesso de adição de nitrogênio pode ter efeito contrário e diminuir a eficiência do processo.

Para a concentração de 5,0% de sulfato de amônio cabe uma investigação mais detalhada, pois aparentemente, essa concentração somente terá efeito na estimulação dos microrganismos nativos a partir do 30º dia de tratamento.

## 5 | CONCLUSÃO

A pesquisa atendeu ao objetivo proposto, no tocante à avaliação da concentração mínima de sulfato de amônio, como fonte de nitrogênio, na bioestimulação de microrganismos na biodegradação de óleo diesel.

De acordo com as condições dos experimentos e através dos resultados obtidos, pode-se afirmar que, a melhor concentração de sulfato de amônio a ser empregada foi de 2%, na qual obteve-se a maior produção de CO<sub>2</sub> (609,16 mg) e, conseqüentemente, uma maior eficiência do processo de bioestimulação.

Considerando a produção de CO<sub>2</sub> no solo contaminado e sem adição de sulfato de amônio e aquela com a adição de 2% do sal, conclui-se que o nitrogênio estimulou a atividade microbiana. Acrescenta-se ainda que o sulfato de amônio apresentou-se como uma satisfatória fonte de nitrogênio, confirmando a possibilidade de utilizá-lo no tratamento de áreas contaminadas.

Acrescenta-se ainda que essa investigação permiti deixar o processo de biorremediação mais eficiente e menos oneroso, uma vez que fica evidente que a presença do nitrogênio no meio estimula a biodegradação do contaminante e o seu emprego eficaz numa menor concentração (2%) atenua os gastos com o processo.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14283 Resíduos em solo – Determinação da biodegradação pelo método respirométrico**. Rio de Janeiro: ABNT. 8p., 1999.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6502 – Rochas e Solos: Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT. 18p. 1995.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7181. Versão Corrigida 2:2018 Solo – Análise Granulométrica**. Rio de Janeiro: ABNT. 12p., 2016.

Baptista, S. J; Cammarota, M.C. Freire, D. D.C. **Production of CO<sub>2</sub> in crude oil bioremediation in clay soil**. Brazilian Archives of Biology and Technology. Vol. 48, special n., 249-255, 2005.

Carmo, D. L; Silva, Carlos A. **Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos**. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v36n4/15.pdf>. Acesso: 14 mar. 2018.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Ficha de Informação Toxicológica - Diesel**. 2017. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2013/11/Diesel.pdf>. Acesso: 13 mar. 2018.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relação de Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo. Texto Explicativo**. 2017. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2018/01/Texto-explicativo.pdf>. Acesso: 18 mar. 2018.

Decesaro, Andressa. **Bioestimulação de solos contaminados por compostos oleosos com biomassa microalgal inativa**. 2013. Disponível em: <http://usuarios.upf.br/~engeamb/TCCs/2013-1/Andressa%20Decesaro.pdf>. Acesso: 28 fev. 2018.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisas do Solo. **Manual de métodos de análise do solo**. 2ªed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS. 212 p. 1997.

Fine, P. Graber, E. R. Yaron, B. **Soil interactions with petroleum hydrocarbons: Abiotic processes**. Soil Technology. V. 10. p. 133- 153. 1997.

G1. Globo – Auto Esporte. **Frota brasileira de veículos cresce 1,2% em 2017**. 2018. Disponível em <https://g1.globo.com/carros/noticia/frota-brasileira-de-veiculos-cresce-12-em-2017-diz-sindipecas.ghtml>. Acesso: 21 ago. 2018.

Guimarães, A. K. V. **Extração do óleo e caracterização dos resíduos da borra de petróleo para fins de reuso**. 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/15746/1/AdrianaKVG.pdf>. Acesso: 13 mar. 2018.

Mello, G. S. L; Morita, D. M; Manfredini, S; Rivera, I. N.G. **Viabilidade da aplicação do método respirométrico de Bartha para determinação da biodegradação de poluentes ou resíduos em latossolos**. Engenharia Sanitária Ambiental, vol. 12, nº1, p. 71-78, 2007.

Teixeira, P. C. et al. (ed.). **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3ª edição revista e atualizada. Brasília, DF: EMBRAPA. 573p., 2017.

Tomasella, R. C. **Efeito da adição de butanol na biodegradabilidade da gasolina e do óleo diesel**. 2009. Disponível em: [http://200.145.6.238/bitstream/handle/11449/121595/tomasella\\_rc\\_tcc\\_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://200.145.6.238/bitstream/handle/11449/121595/tomasella_rc_tcc_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso: 18 mar. 2018.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Tayronne de Almeida Rodrigues** - Filósofo e Pedagogo, especialista em Docência do Ensino Superior e Graduando em Arquitetura e Urbanismo, pela Faculdade de Juazeiro do Norte-FJN, desenvolve pesquisas na área das ciências ambientais, com ênfase na ética e educação ambiental. É defensor do desenvolvimento sustentável, com relevantes conhecimentos no processo de ensino-aprendizagem. Membro efetivo do GRUNEC - Grupo de Valorização Negra do Cariri. E-mail: tayronnealmeid@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9378-1456>.

**João Leandro Neto** - Filósofo, especialista em Docência do Ensino Superior e Gestão Escolar, membro efetivo do GRUNEC. Publica trabalhos em eventos científicos com temas relacionados a pesquisa na construção de uma educação valorizada e coletiva. Dedicar-se a pesquisar sobre métodos e comodidades de relação investigativa entre a educação e o processo do aluno investigador na Filosofia, trazendo discussões neste campo. Também é pesquisador da arte italiana, com ligação na Scuola de Lingua e Cultura – Itália. Amante da poesia nordestina com direcionamento as condições históricas do resgate e do fortalecimento da cultura do Cariri. E-mail: joaoleandro@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1738-1164>.

**Dennyura Oliveira Galvão** - Possui graduação em Nutrição pela Universidade Federal da Paraíba, mestrado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e doutorado em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica) pela Universidade Federal de Santa Maria (2016). Atualmente é professora titular da Universidade Regional do Cariri. E-mail: dennyura@bol.com.br LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4808691086584861>.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-332-3

