



# MEIO AMBIENTE, SUSTENTABILIDADE E AGROECOLOGIA 4

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 4**

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 4 [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. 4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-330-9

DOI 10.22533/at.ed.309191604

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>  |
| SYNTHESIS OF TRANSITION METAL NITRIDE AT LOW TEMPERATURE FROM COMPLEXED PRECURSOR  |           |
| Rayane Ricardo da Silva<br>Carlson Pereira de Souza<br>André Luís Lopes Moriyama   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.3091916041</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 2</b> .....  | <b>8</b>  |
| TÉCNICAS ASSOCIADAS DE REMEDIAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA E DO SOLO POR HIDROCARBONETOS: ESTUDO DE CASO EM POSTO DE COMBUSTÍVEL  |           |
| José Eduardo Taddei Cardoso<br>Paulo Cesar Lodi<br>Ana Maria Taddei Cardoso de Barros  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 3</b> .....  | <b>17</b> |
| TÉCNICAS DE MANEJO PARA RECUPERAÇÃO DE POMAR DE CUPUAÇUZEIRO COM HISTÓRICO DE ALTA INFESTAÇÃO DA DOENÇA VASSOURA-DE-BRUXA  |           |
| Hyanameyka Evangelista de Lima Primo<br>Teresinha Silveira Costa Albuquerque<br>Alcides Galvão dos Santos<br>Rosiere Fonteles de Araújo<br>Ezequiel Souza Queiroz<br>Raimundo Silva Araújo |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.3091916043</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 4</b> .....  | <b>26</b> |
| TELECONEXÕES ENTRE O EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL E O MODO ANULAR AUSTRAL EM EVENTOS EXTREMOS DE ONDA NAS REGIÕES OCEÂNICAS SUL E SUDESTE DO BRASIL   |           |
| Luthiene Alves Dalanhese<br>Thaís Lobato Sarmento<br>André Luiz Belém  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.3091916044</b>   |           |
| <b>CAPÍTULO 5</b> .....  | <b>38</b> |
| TOPOSLICER® SOFTWARE FOR BIOINSPIRATION USING DOD INKJET PRINTING: FROM AFM IMAGE OF LEAFS TEMPLATES TO A PVB REPLICA OF NON-WETTING SURFACES  |           |
| Rosely Santos de Queiroz<br>Elibe Silva Souza Negreiros<br>Sílvio Barros de Melo<br>Severino Alves Júnior<br>Petrus d'Amorim Santa Cruz Oliveira   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.3091916045</b>   |           |

**CAPÍTULO 6 ..... 45**

**UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE PROSIMPLUS® PARA SIMULAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CONVENCIONAL**

Tatiana da Silva Sant'Ana  
Thaís Cardozo Almeida  
Sávio de Meneses Leite Asevedo  
Isabella Muniz Monteiro Neves  
Elisa Barbosa Marra  
Camilla Rocha de Oliveira Fontoura  
Moisés Teles Madureira  
Cristiane de Souza Siqueira Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.3091916046**

**CAPÍTULO 7 ..... 54**

**REMOÇÃO DE CIANOTOXINAS DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO POR ADSORÇÃO EM CARVÃO ATIVADO**

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

**DOI 10.22533/at.ed.3091916047**

**CAPÍTULO 8 ..... 65**

**REMOÇÃO DE EFLUENTE AZUL DE METILENO A PARTIR DA INCLUSÃO DO ADSORVENTE FORMADO POR ÓXIDO DE GRAFITE MISTURADO EM AREIA**

Daniel Mantovani  
Aline Takaoka Alves Baptista  
Luís Fernando Cusioli  
Paulo Cardozo Carvalho Araújo  
Renan Araújo De Azevedo

**DOI 10.22533/at.ed.3091916048**

**CAPÍTULO 9 ..... 73**

**REPRODUÇÃO E PREFERÊNCIA DE *Callosobruchus maculatus* (FABRICIUS) (COLEOPTERA: BRUCHIDAE) SUBMETIDOS A EXTRATOS DE *Caesalpinia pyramidalis* Tul**

Delzuite Teles Leite  
Adcleia Pereira Pires  
Fabricio Chagas Sobrinho  
Claudia Oliveira dos Santos  
Edson Braz Santana

**DOI 10.22533/at.ed.3091916049**

**CAPÍTULO 10 ..... 79**

**SOLUÇÃO BIOTECNOLÓGICA APLICADA EM REDE DE TRANSPORTE DE ESGOTO PARA REDUÇÃO DE GÁS ODORÍFICO (H<sub>2</sub>S)**

Abraão Evangelista Sampaio  
Almira dos Santos França Carvalho  
Marylia Albuquerque Braga  
Marcius Guimarães Pinheiro de Lemos

**DOI 10.22533/at.ed.30919160410**

**CAPÍTULO 11 ..... 89**

**PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS ARGILO-POLIMÉRICOS PARA O REUSO DE ÁGUA**

Roberto Rodrigues Cunha Lima  
Gabriela Medeiros dos Santos  
Paulla Beatriz França de Sousa  
Paulo Douglas Santos de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.30919160411**

**CAPÍTULO 12 ..... 101**

**ANÁLISE DE FALHAS E RISCOS AMBIENTAIS: O USO DA FERRAMENTA FMEA NA IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NO CAMPUS JOÃO PESSOA DO IFPB**

Jéssica Silva Ramalho  
Adriano Lucena da Silva  
Maria Deise da Dores Costa Duarte

**DOI 10.22533/at.ed.30919160412**

**CAPÍTULO 13 ..... 111**

**ANÁLISE DE EFICIENCIA DE UM COLETOR SOLAR PVT POR SIMULAÇÃO NUMÉRICA COM BASE NO MAPA SOLARIMETRICO DE MINAS GERAIS**

Geisiane Aparecida de Lima  
Fábio Moreira Teixeira  
Marcos Vinícius da Silva  
Rudolf Huebner  
Lucas Paglioni Pataro Faria

**DOI 10.22533/at.ed.30919160413**

**CAPÍTULO 14 ..... 120**

**ANÁLISE DE FOURIER PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PERÍODOS DOMINANTES INTRADIÁRIOS DO FLUXO DE DIÓXIDO DE CARBONO NA FLORESTA DE TRANSIÇÃO EM SINOP-MT**

Stéfano Teixeira Silva  
Sergio Roberto de Paulo  
Adriel Martins Lima  
Leomir Batista Neres  
Ricardo Vanjura Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.30919160414**

**CAPÍTULO 15 ..... 134**

**LEVANTAMENTO DAS ETNOVARIEDADES DE MANDIOCA (*MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*) NOS ECOSISTEMAS DE TERRA FIRME NAS COMUNIDADES DO LAGO DO ANTÔNIO, PROJETO DE ASSENTAMENTO AGROEXTRATIVISTA SÃO JOAQUIM –HUMAITÁ/AM**

Erika Micheilla Brasil  
Aurelio Diaz  
Sonia Maria Bezerra

**DOI 10.22533/at.ed.30919160415**

**CAPÍTULO 16 ..... 141**

MONITORAMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE DIÓXIDO DE NITROGÊNIO NA ATMOSFERA POR AMOSTRAGEM PASSIVA COMO PARTE DA GESTÃO AMBIENTAL EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

Karina Stella da Silva Ferreira dos Santos  
Aurora Mariana Garcia de Franca Souza

**DOI 10.22533/at.ed.30919160416**

**CAPÍTULO 17 ..... 148**

NANOGERADORES TRIBOELÉTRICOS: NOVOS DISPOSITIVOS PARA ENERGY HARVESTING

Nilsa Toyoko Azana  
Pei Jen Shieh  
Talita Mazon  
Natanael Lopes Dias  
Antônio Carlos Camargo do Amaral

**DOI 10.22533/at.ed.30919160417**

**CAPÍTULO 18 ..... 157**

NANOTUBOS DE TITANATO DE SÓDIO E NANOPARTÍCULAS DE DIÓXIDO DE TITÂNIO: SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO NA REMEDIAÇÃO DE EFLUENTESCONTENDO O CORANTE RODAMINA B

Francisco Xavier Nobre  
Rosane dos Santos Bindá  
Elton Ribeiro da Silva  
Rodrigo Muniz de Souza  
José Milton Elias de Matos  
Lizandro Manzato  
Yurimiler Leyet Ruiz  
Walter Ricardo Brito  
Paulo Rogério da Costa Couceiro

**DOI 10.22533/at.ed.30919160418**

**CAPÍTULO 19 ..... 175**

CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA E MICROESTRUTURAL EM HIDROXIAPATITA COMERCIAL E SINTETIZADA PELO MÉTODO SOL-GEL UTILIZANDO CASCA DE OVO DE GALINHA COMO PRECURSOR

Marcelo Vitor Ferreira Machado  
José Brant de Campos  
Marilza Sampaio Aguilar  
Vitor Santos Ramos

**DOI 10.22533/at.ed.30919160419**

**CAPÍTULO 20 ..... 184**

BATERIAS LI-O<sub>2</sub> E A INFLUÊNCIA DE ESTRUTURAS CATALÍTICAS AO ELETRODO DE OXIGÊNIO

Gustavo Doubek  
Leticia Frigerio Cremasco  
André Navarro de Miranda  
Lorrane Cristina Cardozo Bonfim Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.30919160420**

|   |            |
|---|------------|
| <b>CAPÍTULO 21 .....</b>  | <b>197</b> |
| BIOSENSORES À BASE DE ÓXIDOS METÁLICOS TRANSPARENTES:<br>TRANSISTORES DE EFEITO DE CAMPO (FETS) E NANOFIOS  |            |
| Cleber Alexandre de Amorim<br>Kate Cristina Blanco<br>Ivani Meneses Costa<br>Adenilson José Chiquito  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.30919160421</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 22 .....</b>  | <b>214</b> |
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E TÉRMICAS DE BLENDA POLIMÉRICAS DE PHBV<br>COM ELASTÔMEROS   |            |
| Fernanda Menezes<br>Thais Ferreira da Silva<br>Fábio Roberto Passador<br>Ana Paula Lemes  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042122</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 23 .....</b>  | <b>227</b> |
| CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DE TAMARILHO EM FUNÇÃO<br>DO ENSACAMENTO  |            |
| Fábio Oseias dos Reis Silva<br>José Darlan Ramos<br>Nathalia Vállery Tostes<br>Iago Reinaldo Cometti<br>Alexandre Dias da Silva<br>Letícia Gabriela Ferreira de Almeida<br>Renata Amato Moreira<br>Miriã Cristina Pereira Fagundes<br>Verônica Andrade dos Santos<br>Giovani Maciel Pereira Filho |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042123</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 24 .....</b>  | <b>233</b> |
| CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA E QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES<br>DE JACARANDÁ-DA-BAHIA ( <i>Dalbergia nigra</i> (VELL.) FR. ALL. EX BENTH.)   |            |
| Tatiana Reis dos Santos Bastos<br>Jacqueline Rocha Santos<br>Cleidiane Barbosa dos Santos<br>Jerffson Lucas Santos<br>Otoniel Magalhães Morais  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.3091916042124</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 25 .....</b>  | <b>239</b> |
| ESTUDO COMPARATIVO DE PEROVSKITAS CATALÍTICAS OBTIDAS POR<br>MÉTODOS QUÍMICOS MOLHADOS PARA CONVERSÃO DOS COV'S   |            |
| Cássia Carla de Carvalho<br>Anderson Costa Marques<br>Alexandre de Souza Campos<br>Felipe Olobardi Freire<br>Filipe Martel de Magalhães Borges  |            |

Juan Alberto Chavez Ruiz

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042125**

**CAPÍTULO 26 ..... 249**

**AVALIAÇÃO DE METAIS EM SEDIMENTOS DA MICRO BACIA TIETÊ BATALHA  
POR MEIO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)**

Ana Maria Taddei Cardoso de Barros

Paulo Cesar Lodi

José Eduardo Taddei Cardoso

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042126**

**CAPÍTULO 27 ..... 261**

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA ZONA INDUSTRIAL DO MENDANHA,  
CAMPO GRANDE, RJ**

Ana Cláudia Pimentel de Oliveira

Alessandra Matias Alves

Aron da Silva Gusmão

Devyd de Oliveira da Silva

Tatiane Vieira de Menezes Coelho

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042127**

**CAPÍTULO 28 ..... 271**

**AVALIAÇÃO ECOTÓXICOLOGICA DE EFLUENTES NA ZONA INDUSTRIAL DE  
SANTA CRUZ, RJ**

Ana Cláudia Pimentel de Oliveira

Tatiane Vieira de Menezes Coelho

Sirléia Conceição de Medeiros

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042128**

**CAPÍTULO 29 ..... 283**

**INFLUENCE OF DIFFERENT PERCENTAGES OF ALUMINA ADDITION IN THE  
HIGH ENERGY BALL MILLING PROCESS OF THE AISI 52100 STEEL**

Bruna Horta Bastos Kuffner

Gilbert Silva

Carlos Alberto Rodrigues

Geovani Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042129**

**CAPÍTULO 30 ..... 290**

**ON THE ASSESSMENT OF DYE RETENTION IN QUARTZ-BASED CERAMIC  
POROUS MATERIAL BY OPTICAL FIBER SENSOR**

Marco César Prado Soares

Murilo Ferreira Marques Santos

Egont Alexandre Schenkel

Beatriz Ferreira Mendes

Gabriel Perli

Samuel Fontenelle Ferreira

Eric Fujiwara

Carlos Kenichi Suzuki

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042130**

|   |            |
|---|------------|
| <b>CAPÍTULO 31 .....</b>  | <b>296</b> |
| <b>APLICAÇÃO DE ÓXIDOS CONDUTORES TRANSPARENTES PARA DETECÇÃO DE PRODUTOS ENZIMÁTICOS MICROBIANOS</b> |            |

Cleber Alexandre de Amorim  
Kate Cristina Blanco

**DOI 10.22533/at.ed.3091916042131**

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| <b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b> | <b>311</b> |
|------------------------------------|------------|

## REMOÇÃO DE EFLUENTE AZUL DE METILENO A PARTIR DA INCLUSÃO DO ADSORVENTE FORMADO POR ÓXIDO DE GRAFITE MISTURADO EM AREIA

**Daniel Mantovani**

**Aline Takaoka Alves Baptista**

**Luís Fernando Cusioli**

**Paulo Cardozo Carvalho Araújo**

**Renan Araújo De Azevedo**

**RESUMO:** A contaminação dos recursos hídricos é uma realidade, com a presença de inúmeros contaminantes voltados a constituir um risco a saúde humana e ao meio ambiente, entre os contaminantes o azul de metileno destaca-se como um corante industrial de amplo uso na confecção de têxteis aplicados em tecidos. Assim, a busca por novos adsorventes de alto potencial de adsorção é uma realidade, especialmente pelo uso do composto nanoestruturado de areia e óxido de grafeno. Neste sentido, o estudo focou sintetizar e caracterizar a estrutura morfológica bem como o perfil físico baseado no potencial zeta, a fim definir a potencialidade de adsorção sobre o corante azul de metileno no formato exploratório, sem a aplicação de modelos matemáticos entre eles de pseudo-primeira e segunda ordem. O material adsorvente preparado é composto por areia e óxido de grafeno na composição final, no qual o perfil morfológico visualizado observou-se a presença de pouca área porosa proveniente do óxido de grafeno. Entretanto, o potencial zeta para pHs 6, 7 e 8 apresentou

um perfil de carga negativa o qual possibilita uma melhor remoção de contaminantes com carga positiva, representantes de uma grande diversidade industrial de contaminantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adsorção, grafeno, azul de metileno.

**ABSTRACT:** The contamination of water resources is a reality, with the presence of numerous contaminants aimed at constituting a risk to human health and the environment, among the contaminants methylene blue stands out as an industrial dye widely used in the manufacture of applied textiles in tissues. Thus, the search for new adsorbents with high adsorption potential is a reality, especially by the use of the nanostructured sand and graphene oxide compound. In this sense, the study focused on synthesizing and characterizing the morphological structure as well as the physical profile based on the zeta potential, in order to define the potentiality of adsorption on the methylene blue dye in the exploratory format, without the application of mathematical models of pseudo- first and second order. The adsorbent material prepared is composed of sand and graphene oxide in the final composition, in which the morphological profile visualized the presence of a little porous area from the graphene oxide. However, the zeta potential at pHs 6, 7 and 8 presented a negative charge

profile which allows a better removal of positively charged contaminants, representing a large industrial diversity of contaminants.

**KEYWORDS:** Adsorption, graphene, methylene blue.

## 1 | INTRODUÇÃO

A qualidade da água disponível na forma potável é encontrada com um pequeno percentual voltada à qualidade e quantidade (Di Bernardo e Paz, 2008). Apesar da grande quantidade de água no mundo, apenas um pequeno percentual está disponível na forma potável, assim o abastecimento assegura a qualidade da água para toda a população do meio urbano. A degradação das águas especialmente pela ampla poluição do meio sem qualquer forma racional dificulta o seu tratamento intensificando a escassez hídrica e elevando os riscos à saúde humana durante o seu consumo, especialmente pela precariedade do tratamento oferecido em algumas regiões do país (Heller e Pádua, 2006).

O uso de águas destinadas ao consumo humano devem apresentar características microbiológicas, físicas, químicas e radioativas dentro dos padrões de potabilidade exigidos pela legislação vigente e que não ofereça riscos à saúde (Portaria MS nº 2914/2011). Entretanto, o descaso com os efluentes industriais e domésticos são eminentes, com inúmeros compostos químicos liberados ao meio ambiente apresentando características mortais dependendo de sua concentração na água.

Entre os principais contaminantes industriais encontrados na forma de efluentes, é o azul de metileno corante com características físico-química catiônica utilizada em inúmeras atividades entre elas no tingimento do algodão, jeans, malhas diversas bem como tinturas de cabelos (Liu et al., 2012). Entre os principais contaminantes industriais encontrados na forma de efluentes o azul de metileno, é um corante com características físico-química catiônica, utilizada em inúmeras atividades entre elas, o tingimento do algodão, jeans, malhas diversas bem como tinturas de cabelos (Liu et al., 2012).

Uma forma de minimizar os impactos provenientes do consumo de águas contaminadas provém do uso da adsorção, uma técnica atrativa, de simples aplicação e operação, com alta capacidade de reter compostos poluentes na forma orgânica e inorgânica provindos de efluentes diversos (Jain et al., 2015). Neste processo, para atingir a eficiência de adsorção de compostos contaminantes vislumbram-se valores de remoção entre 75 a 95%. Assim, o adsorvente de maior relevância, é o carvão ativado por apresentar elevada superfície de contato devido a sua porosidade, constituída por características micro, meso e macroporos. Entretanto, o uso de novas tecnologias faz com que o carvão ativado seja inferior em relação a sua condição de eficiência na adsorção. Neste contexto, a produção de óxido de grafeno a partir do grafite apresenta-se como uma tecnologia moderna e com alto poder de eficiência

adsortiva. Este processo é feito por meio da a sintetização do grafite pelo método de Hummer's o qual modifica o grafite pelo processo de oxidação e elevam a formação de compostos oxigenados no grafeno.

Com base nas descrições citadas no contexto, o presente estudo propôs caracterizar a areia e óxido de grafeno produzida, bem como avaliar suas características morfológicas e físicas para fins de adsorção do azul de metileno. Este estudo apresenta-se no formato exploratório sem a aplicação de modelos matemáticos entre eles de pseudo-primeira e segunda ordem.

## 2 | MATERIAS E MÉTODOS

### Síntese do grafeno

Para a síntese do óxido de grafeno (OG), foi utilizado o método de Hummers modificado (HUMMERS; OFFEMAN, 1958). Para obtenção da síntese do óxido de grafeno (OG), foi utilizado o método de Hummers modificado (Hummers; Offeman, 1958). Com inclusão de uma etapa pré-oxidação, realizada da seguinte maneira: balão de vidro com a adição dos seguintes reagentes químicos: persulfato de potássio ( $K_2S_2O_8$ ), pentóxido de fósforo ( $P_2O_5$ ) e grafite.

Em seguida, acoplou-se a um balão com condensador de bolas deixando sob agitação durante 2 horas em placa aquecedora com temperatura controlada a 80 °C. Posteriormente ao processo descrito, realizou-se a filtragem à vácuo lavando a amostra com água deionizada até a obtenção de pH neutro com secagem em estufa.

### Preparação da areia

A areia escolhida foi a areia de filtro de piscina por apresentar uma composição mais homogênea e menor quantidade de materiais indesejados. Utilizando peneiras granulométricas de 0,25 – 0,65 mm a areia foi reservada em um béquer, passando por um período de 24 horas em solução de ácido nítrico 10%, em seguida a areia foi retirada da solução ácida e lavada com 1 litro de água destilada, após isso foi colocada em uma estufa a 100 °C por 24 horas.

### Incorporação do grafeno na areia

A solução de óxido de grafeno com o etilenoglicol etílico foi adicionado em um becker com 50 g da areia selecionada, a solução foi levada ao agitador magnético com aquecimento até que todo etilenoglicol foi evaporado, resultando em uma mistura pastosa que foi colocada em um cadinho e levada a mufla onde ocorreu a calcinação utilizando a temperatura de 300 °C por 3 horas, após o final deste processo a areia foi lavada com 1 litro de água destilada.

## Caracterização morfológica

A caracterização morfológica do adsorvente produzido foi realizada por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV), utilizando um microscópio eletrônico de varredura (Shimadzu, modelo SS-550 Superscan). Para esta análise, as amostras foram recobertas com uma fina camada de ouro. Para a determinação do ponto de carga zero (PCZ) neste estudo, foram colocados 50 mg do material utilizado como adsorvente, preparado em 50 mL de solução aquosa. Variou-se o pH de 1 a 12, de modo que as soluções aquosas foram ajustadas com soluções de HCl e/ou NaOH de 1 mol/L e 0,1 mol/L respectivamente. Este experimento foi realizado à temperatura ambiente (25 – 30°C), sob agitação de 180 rpm em mesa agitadora (Tecnal TE-4200). Após o período de 24 horas, o pH foi medido. (Da Silva Guilarduci et al., 2006). Com o intuito de determinar o PCZ, os dados obtidos foram plotados em um gráfico com  $\text{pH}_{\text{final}} - \text{pH}_{\text{inicial}}$  versus  $\text{pH}_{\text{inicial}}$ , sendo o PCZ o ponto em que a curva PCZ<sub>pH</sub> cruzar o eixo  $y=0$ .

## Ensaio de adsorção

Ensaio preliminares foram realizados com base na obtenção prévia de dados, relacionados à condição de adsorção utilizando 400 mg do composto de areia com grafeno, a fim de adsorver o corante azul de metileno para obter um perfil de adsorção conduzidos mediante a uma concentração inicial de 5 mg L<sup>-1</sup> com volume de 25 mL em pH 6,0 mediante uma agitação de 180 rpm com temperatura controlada em 25 ± 0,1 °C por um período máximo de 180 min. No qual, incrementou-se um intervalo de tempo para 1, 2, 5, 10, 15, 30, 60, 90 120, 150 e 180 min. Entretanto, o valor da massa utilizada foi de 0,5 gramas de adsorvente. Todos os respectivos ensaios foram conduzidos em batelada na forma de duplicata, utilizando incubadora refrigerada com agitação, modelo Tecnal (TE-421) em intervalos de tempo de até 3 horas.

Os valores relacionados ao potencial de remoção do azul de metileno obtido mediante ao uso do adsorvente areia com grafeno (400 mg) é apresentada na Equação 1.

$$\% \text{ Remoção} = \frac{C_0 - C_f}{C_0} * 100 \quad (1)$$

Em que,  $C_0$  é dada pela concentração inicial do azul de metileno e  $C_f$  concentração final.

As amostras foram filtradas em membranas de acetado de celulose de 0,45µm e as leituras realizadas no espectrofotômetro, modelo Hach (DR 5000) com comprimento de onda de 654 nm.

## 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os resultados de micrografia do composto de areia e grafeno obtido por MEV.

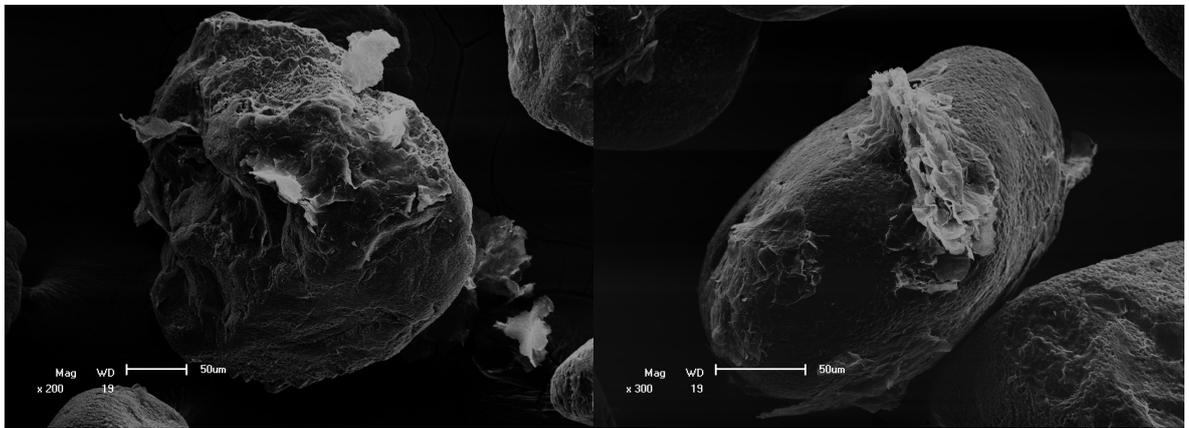


Figura 1: Micrografias obtidas por MEV. Magnitude de 200 x e 300 x do adsorvente composto por areia e grafeno.

Ao analisar as imagens de MEV apresentadas na Figura 1, notamos uma morfologia regular e composta por microporos presentes na areia. É possível notar ainda que a areia foi utilizada de forma satisfatória como material suporte para as folhas de grafeno, as quais foram utilizadas para a impregnação na areia. Segundo Srinivasan, Shankar e Bandyopadhyaya (2013) o grafeno no estado puro apresenta características de folhas bem definidas com grande área superficial. Essas folhas são identificadas na superfície da areia (Figura 1).

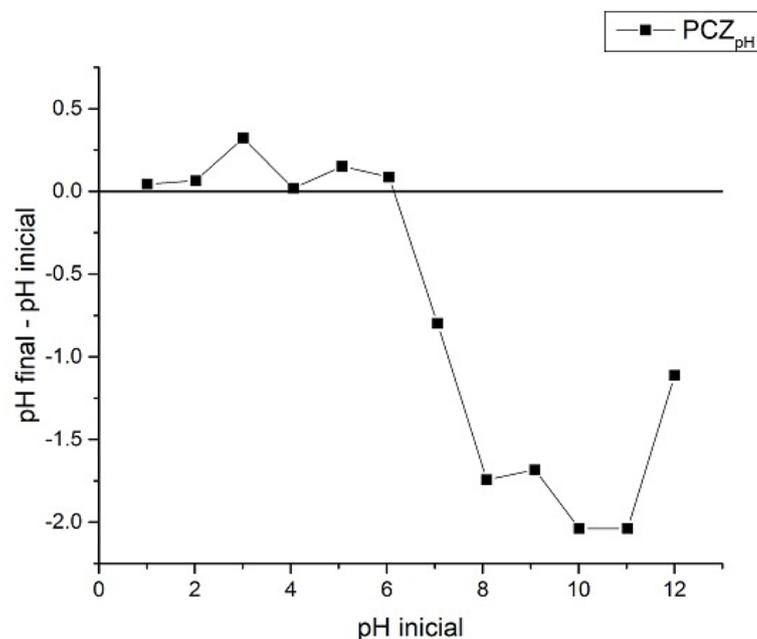


Figura 2: Curva do ponto de carga zero (PCZpH) do adsorvente

Os valores obtidos a partir do estudo do PCZ do adsorvente utilizado corresponde à faixa em que a curva do PCZpH corta o eixo  $y = 0$  (Figura 2).

A teoria que sustenta a técnica de determinação do ponto de carga zero assume que os prótons  $H^+$  e os grupamentos hidroxílicos  $OH^-$  constituem íons determinantes em potencial. A carga superficial de cada partícula dependerá do pH da solução.

Consequentemente, a superfície dos sítios ativos torna-se positivamente carregada quando se associa com os prótons provenientes da solução, sob condições ácidas, ou negativamente carregadas quando ocorre a perda de prótons para a solução, sob condições alcalinas (DO NASCIMENTO et al., 2014).

Os valores obtidos a partir do estudo do PCZ indicaram que em pH menor que 6 a superfície se torna levemente positiva, e em pH maiores que 6 a superfície passa a ser negativamente carregada, possuindo assim a capacidade de adsorver espécies positivamente carregada em pH menor que 6 e positivas em pH maior que 6.

Para os ensaios de adsorção, foi observada uma remoção máxima do contaminante azul de metileno de 30,4% após 180 minutos como pode ser observado na figura 2.

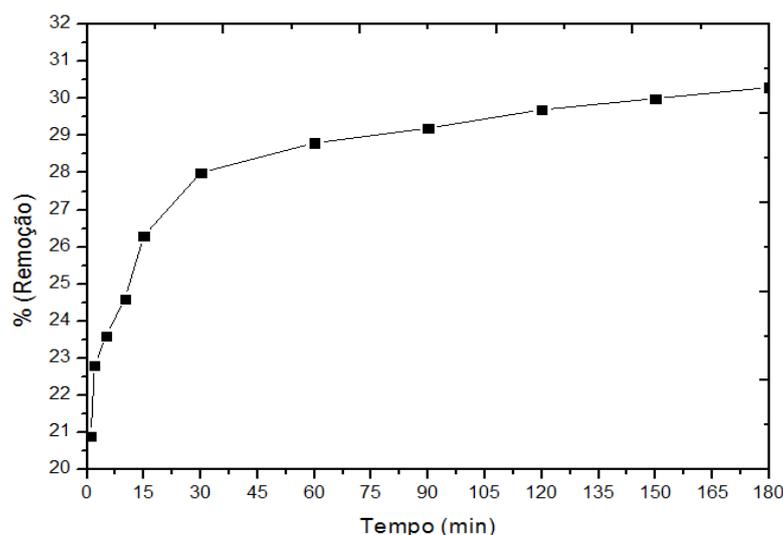


Figura 2: Gráfico de remoção do azul de metileno *versus* tempo.

Essa baixa remoção pode ser explicada devido ao fato da superfície do material utilizado no processo de adsorção está carregada levemente com cargas positivas, não ocorrendo assim uma maior interação entre o adsorvente e adsorbato, cujo tal, possui características catiônicas (AJMA et. al., 2000).

Para Kannane Sundaram (2001) a baixa adsorção em pH próximos de 6 é explicada pela presença de íons de  $H^+$  que competem com os cátions do corante em busca de sítios de adsorção, neutralizando capacidade adsortiva.

#### 4 | CONCLUSÃO

O novo adsorvente desenvolvido nesta pesquisa apresentou uma morfologia regular e composta por microporos, o qual foi utilizado satisfatoriamente como material suporte para as folhas de grafeno.

Estudos obtidos a partir dos valores do ensaio de PCZ indicaram que a superfície do adsorvente desenvolvido possui cargas positivas próximas a neutralidade em pH menor que 6, e comportamento catiônico em pH maior que 6.

Com o intuito de avaliar o potencial de adsorção do novo adsorvente impregnado

com grafeno para remoção de azul de metilino, foi observada uma remoção máxima do contaminante azul de metileno de 30,4% após 180 minutos.

Conclui-se, portanto, que apesar da baixa remoção do contaminante, o processo de impregnação do grafeno na areia mostrou-se eficiente para a remoção de azul de metileno. Desse modo, sugere-se um estudo mais aprofundado quanto às características do adsorvente, bem como o seu potencial de adsorção de outros contaminantes.

## REFERÊNCIAS

Ajmal, M.; Rao, R. A. K.; Ahmad, R.; Ahmad, J.; Rao, L. A. K. J. Adsorption studies on *Citrus reticulata*: Removal and recovery of Ni(II) from electroplating wastewater. *Journal of Hazardous Materials*, v.B79, p.117-131, 2000.

Bongiovanl, M. C.; Camacho, F. P.; Nishi, L.; Coldebella, P. F.; Valverde, K. C.; Vieira, A. M. S.; Bergamasco, R. (2014). "Improvement of the coagulation/flocculation process using a combination of *Moringa oleifera* Lam with anionic polymer in water treatment." *Environmental Technology*, v. 35, n. 17, p. 2227-2236.

Brasil. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Ministério da Saúde, 2011.

Da Silva Guilarduci, V. V., De Mesquita, J. P., Martelli, P. B., & De Fátima Gorgulho, H. (2006). Adsorção de fenol sobre carvão ativado em meio alcalino. *Quimica Nova*, 29(6), 1226–1232.

Do Nascimento, R. F.; De Lima, A. C. A.; Vidal, C. B.; De Quadros Melo, D.; Raulino, G. S. C. Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais. *Biblioteca de Ciências e Tecnologia*, 2014.

Di Bernardo, L. e Paz, L. P. S. (2008). "Seleção de tecnologias de tratamento de Água". São Carlos–SP: Ed. LDiBe V 1, p. 817-1016.

Heller, L.; De Pádua, V. L. (2006). Abastecimento de água para consumo humano. Editora UFMG, 2006.

Hummers, W. S.; Offeman, R. E. (1958). Preparation of graphitic oxide, *J. Am. Chem. Soc.* 80, 1339.

Jain, S.; Bansiwala, A.; Biniwale, R. B.; Milmille, S.; Das, S.; Tiwari, S.; Antonv, P. S. (2015) "Enhancing adsorption of nitrate using metal impregnated alumina." *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v.3, p.2342-2349.

Kannan, N., Sundaram, M.M., (2001). "Kinetics and mechanism of removal of methylene blue by adsorption on various carbons-a comparative study." *Dyes Pigments*.

Lee, C.K., Low, K.S., Gan, P.Y. (1999.) "Removal of some organic dyes by acid treated spent bleaching earth." *Environ. Technol.* 20, 99-104.

Liu, T.; Li, Y.; Du, Q.; Sun, J.; Jiao, Y.; Yang, G.; Wang, Z.; Xia, W.; Zhang, K.; Wang, H.; Zhu, D.; Wu, S. (2012). *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 90-197.

Park, H.-S.; Koduru, J. R.; Choo, K. H.; Lee, B. (2015). Activated carbons impregnated with iron oxide nanoparticles for enhanced removal of bisphenol A and natural organic matter. *Journal of Hazardous Materials*, v. 286, p. 315-324.

Rezende, D.; Valim Junior, N. C.; Nishi, L.; Tavares, F. O; Pinto, L. A. M.; Mantovani, D.; Yamaguchi,

N. U.; Silva, H. V.; Vieira, A. M. S. (2015). "Avaliação da qualidade da água proveniente de fontes subterrâneas da bacia hidrográfica do Ribeirão Borba Gato, Maringá - PR." In: IV Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo.

Santos, W. R.; Matos, D. B. de; Oliveira, B. M.; Santana, T. M.; Santana, M. M. de; Silva, G. F. da.(2011). "Estudo do tratamento e clarificação de água com torta de sementes de Moringa oleifera Lam." Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 13, n. 3, p. 293-297.

Srinivasan, N. R.; Shankar, P. A.; Bandyopadhyaya, R. (2013). Plasma treated activated carbon impregnated with silver nanoparticles for improved antibacterial effect in water disinfection. Carbon, v. 57, p. 1-10.

## **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](mailto:tayronnealmeid@gmail.com). 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](mailto: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](mailto:dennyura@bol.com.br) LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4808691086584861>

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-330-9

