

**Cleberton Correia Santos  
(Organizador)**

**Estudos Interdisciplinares  
nas Ciências e da Terra  
e Engenharias 3**

---

Cleberton Correia Santos  
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências  
Exatas e da Terra e Engenharias 3

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E82	<p>Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 3 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 3)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-642-3 DOI 10.22533/at.ed.423192309</p> <p>1. Ciências exatas e da Terra. 2. Engenharias. 3. Tecnologia. I.Santos, Cleberton Correia. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 016.5</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

O livro “Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias” de publicação da Atena Editora apresenta em seu 3º volume 37 capítulos relacionados temáticas de área multidisciplinar associadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

No âmbito geral, diversas áreas de atuação no mercado necessitam ser elucidadas e articuladas de modo a ampliar sua aplicabilidade aos setores econômicos e sociais por meio de inovações tecnológicas. Neste volume encontram-se estudos com temáticas variadas, dentre elas: estratégias regionais de inovação, aprendizagem significativa, caracterização fitoquímica de plantas medicinais, gestão de riscos, acessibilidade, análises sensoriais e termodinâmicas, redes neurais e computacionais, entre outras, visando agregar informações e conhecimentos para a sociedade.

Os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos estimados autores que empenharam-se em desenvolver os trabalhos de qualidade e consistência, visando potencializar o progresso da ciência, tecnologia e informação a fim de estabelecer estratégias e técnicas para as dificuldades dos diversos cenários mundiais.

Espera-se com esse livro incentivar alunos de redes do ensino básico, graduação e pós-graduação, bem como outros pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES BIODEGRADÁVEIS REFORÇADOS COM FIBRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR	
Paula Consoli Ireno Franco Mary Leiva Faria Ana Paula Bilck	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103091</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
ACESSIBILIDADE AO LABORATÓRIO DIDÁTICO DE BIOLOGIA, MICROSCOPIA E ANÁLISES CLÍNICAS DA UEZO POR PESSOAS EM CADEIRA DE RODAS	
Tiago Alexandre Silva Nascimento Gabriella Oliveira Alves Moreira De Carvalho Thiago Manchester De Mello Fabio Da Silva De Azevedo Fortes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103092</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
ANÁLISE DA ESTABILIDADE DAS ESCAVAÇÕES NO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA	
Marinésio Pinheiro de Lima Robson Ribeiro Lima Francisco Wilson Hollanda Vidal	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103093</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>33</b>
ELABORAÇÃO DE MODELO COMPUTACIONAL PARA O ESTUDO DE VIBRAÇÕES LIVRES EM UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO	
Arlindo Pires Lopes Esterfeny Guedes Pires Larissa Lázara Mesquita Cavalcante Matheus Pereira da Silva Mayk Oris Guerreiro Stefanny di Samuel da Costa Tiago de Souza Seixas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103094</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>45</b>
ANÁLISE SENSORIAL: TESTES DISCRIMINATIVOS, DESCRITIVOS E AFETIVOS	
Antônio das Graças Amaral Neto Elisa Norberto Ferreira Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103095</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>57</b>
APLICAÇÃO DE JOGOS E GAMIFICAÇÃO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS BÁSICOS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	
José Ribamar Azevedo dos Santos João Roberto Ursino da Cruz Marcos Paulo Santos Cardoso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.71619103096</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 70**

ASPECTOS ECONÔMICOS DA LAVRA INTEGRAL DO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA

Marinésio Pinheiro de Lima  
Júlio Cezar de Souza  
Francisco Wilson Hollanda Vidal

**DOI 10.22533/at.ed.71619103097**

**CAPÍTULO 8 ..... 78**

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM RELAÇÃO A CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO INALÁVEL NA CIDADE DE CAMBORIÚ, SC

Beatriz Faga  
Joeci Ricardo Godoi  
Viviane Furtado Velho  
Letícia Flohr

**DOI 10.22533/at.ed.71619103098**

**CAPÍTULO 9 ..... 90**

DESENVOLVENDO BIOMATERIAIS DE HIDROXIAPATITA RECOBERTA COM NANOPARTÍCULAS DE PRATA (AgNPs) PARA APLICAÇÃO EM DEFEITOS CRÍTICOS ÓSSEOS

Ingrid Russoni de Lima  
Gabrielle Cristine Lemos Duarte Freitas  
Elaine Cristina Lopes Pereira  
Lucas Furtado Loesh  
Fernanda A. Sampaio da Silva  
Heleno Souza da Silva  
Renata Antoum Simão  
José Adilson de Castro  
Gláucio Soares Fonseca

**DOI 10.22533/at.ed.71619103099**

**CAPÍTULO 10 ..... 102**

AVALIAÇÃO DO PRÉ-TRATAMENTO DO INOCULANTE E DA COMBINAÇÃO DE SUBSTRATOS SOBRE A PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO A PARTIR DE GLICEROL BRUTO, DEJETOS SUÍNOS E GLICOSE

Fidel Alejandro Aguilar Aguilar  
Ronnie Von Dos Santos Veloso  
Luis Fernando Santis Espinosa  
Lilian de Araújo Pantoja  
Alexandre Soares dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.716191030910**

**CAPÍTULO 11 ..... 114**

CAPTURE DE CARBONO VOLÁTIL DO PROCESSO DE BIORREMEDIAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

Odete Gonçalves  
Paulo Fernando de Almeida  
Cristina Maria A. L. T. M. H. Quintella  
Ana Maria Álvares Tavares da Mata

**DOI 10.22533/at.ed.716191030911**

**CAPÍTULO 12 ..... 129**

CARBETO DE BORO (B<sub>4</sub>C): REVISÃO acadêmica ACERCA DAS PROPRIEDADES E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Eduardo Braga Costa Santos  
Denise Dantas Muniz  
Eliandro Pereira Teles  
Danielle Guedes de Lima Cavalcante  
Ricardo Alves da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.716191030912**

**CAPÍTULO 13 ..... 141**

CLIMATOLOGIA DA REGIÃO OESTE DO PARÁ - CENTRO DA AMAZÔNIA - E IMPACTO DOS TRÊS ÚLTIMOS EVENTOS DE SECAS SEVERAS NA TEMPERATURA DO AR E PRECIPITAÇÃO

Gabriel Brito Costa  
Waldeir dos Santos Pereira  
Mayara Barbosa Lima  
Juliane da Silva Sampaio  
Ana Caroline da Silva Macambira  
Letícia Victória Santos Matias  
Duany Thainara Corrêa da Silva  
Natan Barbosa Almada  
Rogério Favacho da Cruz  
Jéssica Aline Godinho da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.716191030913**

**CAPÍTULO 14 ..... 153**

DESIGN DE ENUNCIADOS COM O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS SOB O ENFOQUE DA (RE) FORMULAÇÃO DE PROBLEMAS

Fabiane Fischer Figueiredo  
Claudia Lisete Oliveira Groenwald

**DOI 10.22533/at.ed.716191030914**

**CAPÍTULO 15 ..... 164**

DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO TOTAL E BIOACESSÍVEL *in vitro* DE CÁLCIO EM DIFERENTES TIPOS DE LEITE POR FOTOMETRIA DE CHAMA

Ani Caroline Weber  
Luiz Ricardo Mallmann Oliveira  
Sabrina Grando Cordeiro  
Eniz Conceição Oliveira  
Eduardo Miranda Ethur  
Lucélia Hoehne

**DOI 10.22533/at.ed.716191030915**

**CAPÍTULO 16 ..... 175**

ESPAÇO ARTE\_ON: PLATAFORMA ON-LINE PARA EXPOSIÇÕES ARTÍSTICAS DOS DISCENTES DO ENSINO MÉDIO DO IFC-CAS

Leonardo Cristovam de Jesus  
Lucas Pereira Elias  
Marcos Henrique de Moraes Golinelli  
Tereza Cristina Benevenuto Lautério

**DOI 10.22533/at.ed.716191030916**



**CAPÍTULO 17 ..... 188**

ESTRATÉGIAS FOCADAS NO ENSINO DE LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA BRASILEIRA

Deborah Godoy Martins Corrêa  
Tiago de Oliveira  
Denise Stringhini

**DOI 10.22533/at.ed.716191030917**

**CAPÍTULO 18 ..... 201**

ESTUDO DA FRAÇÃO ÁCIDA DO ÓLEO DE COPAÍBA

Carlos Vinícius Machado Miranda  
Railda Neyva Moreira Araújo Cabral  
Luely Oliveira da Silva  
Giselle Maria Skelding Pinheiro Guilhon  
Marivaldo José Costa Corrêa  
Eloisa Helena de Aguiar Andrade  
Manoel Leão Lopes Junior  
Lourivaldo Silva Santos

**DOI 10.22533/at.ed.716191030918**

**CAPÍTULO 19 ..... 209**

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DO REAPROVEITAMENTO DO ESTÉRIL DE ROCHAS ORNAMENTAIS COMO AGREGADOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Weverton Pereira do Sacramento  
Maria de Lourdes de Oliveira  
Luana Leite Ferreira  
Robson Wotikowski Guedes

**DOI 10.22533/at.ed.716191030919**

**CAPÍTULO 20 ..... 218**

EXPLORANDO CONCEITOS GEOMÉTRICOS NA EDUCAÇÃO INFANTIL

Leila Pessôa Da Costa  
Sandra Regina D'Antonio Verrengia

**DOI 10.22533/at.ed.716191030920**

**CAPÍTULO 21 ..... 226**

GESTÃO DE INFORMAÇÕES CLÍNICAS DE ANIMAIS DE GRANDE PORTE: UMA PROPOSTA DE SOLUÇÃO BASEADA EM COMUNIDADE DE PRÁTICA

Gersica Agripino Alencar  
Rafael Santos Barbosa  
Ricardo André Cavalcante de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.716191030921**

**CAPÍTULO 22 ..... 239**

GRUPOS DE HOMOLOGIA SIMPLICIAL

Wendy Díaz Valdés  
Lígia Laís Fêmina  
Gisele Andrade Lemos  
Jorge Vicente Barbosa Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.716191030922**

**CAPÍTULO 23 ..... 246**

LAMINADOS DE MATRIZ POLIÉSTER REFORÇADOS COM FIOS DE JUTA NA FORMA DE TECIDO E ORIENTADOS A 0°, 45° E 90°

José Emílio Medeiros dos Santos  
Douglas Santos Silva  
Igor dos Santos Gomes  
Maurício Maia Ribeiro  
Roberto Tetsuo Fujiyama

**DOI 10.22533/at.ed.716191030923**

**CAPÍTULO 24 ..... 263**

*MAGONIA PUBESCENS* A.ST.-HIL: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Ana Mayra Pereira da Silva  
Amanda Ribeiro Correa  
Cárita Rodrigues de Aquino Arantes  
Rosiane Alexandre Pena Guimarães  
Monica Franco Nunes  
Dielle Carmo de Carvalho Neres  
Elisangela Clarete Camili  
Carla Spiller

**DOI 10.22533/at.ed.716191030924**

**CAPÍTULO 25 ..... 270**

O CURSO DE PRÉ-CÁLCULO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR

Erasmus Tales Fonseca  
Leandro Teles Antunes dos Santos  
Patrícia Milagre de Freitas  
Dayane Andrade Queiroz

**DOI 10.22533/at.ed.716191030925**

**CAPÍTULO 26 ..... 279**

OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM REDE NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Dafne Fonseca Alarcon  
Luziana Quadros da Rosa  
Robson Santos da Silva  
Felipe de Matos Müller  
Márcio Vieira de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.716191030926**

**CAPÍTULO 27 ..... 294**

PRÁTICAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA COM VISTAS À EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO DA TRANSVERSALIDADE

Daniana de Costa  
Edilson Pontarolo

**DOI 10.22533/at.ed.716191030927**

**CAPÍTULO 28 ..... 304**

RESULTADOS PRELIMINARES DA UTILIZAÇÃO DO WRF NO INPE/EUSÉBIO - UM ESTUDO DE CASO

Vanessa de Almeida Dantas  
Vicente de Paulo Silva  
Adilson Gandu

**DOI 10.22533/at.ed.716191030928**

<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>313</b>
A MODELAGEM MATEMÁTICA NA PRODUÇÃO DE MILHO INFLUENCIADO PELA SUCESSÃO DE CULTURAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA	
Lilian Fátima Ancerowicz Rubia Diana Mantai	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030929</b>	
<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>326</b>
SISTEMA PARA PREVENÇÃO DE QUEDAS E PENSAMENTO DO PASSAGEIRO NA PORTA DO TRANSPORTE COLETIVO BASEADO NA PLATAFORMA ARDUINO	
Lucas Goiabeira Farias Francisco da Conceição Silva Wellington Luis Mineiro França	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030930</b>	
<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>332</b>
TEATRO E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DE FRAÇÕES	
Fabiana Gerusa Leindeker da Silva Jenifer Cassandra da Silva Oliveira Bruno Ferreira da Luz Tamires Bon Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030931</b>	
<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>342</b>
UM ESTUDO SOBRE O DESEMPENHO DE VIRTUALIZAÇÃO NOS HYPERVISORS VMWARE E KVM	
Lúcio Flávio de Jesus Silva Marco Antônio Castro Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030932</b>	
<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>349</b>
CONTRIBUIÇÃO DO PIBID/QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA): UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NO MUNICÍPIO DE COARI-AMAZONAS	
Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi Cristiana Nunes Rodrigues Carlos Victor Lamarão Maria Aparecida Silva Furtado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030933</b>	
<b>CAPÍTULO 34</b> .....	<b>358</b>
OCORRÊNCIA DE PARALISIA FACIAL PERIFÉRICA E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA CIDADE DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP: ANÁLISE DE CASOS ATENDIDOS EM UMA CLÍNICA/ESCOLA NO PERÍODO DE 2012 A 2014	
Marcos Barros de Souza Daiane de Oliveira Portella Miriam Rodrigues Silvestre Lúcia Martins Barbatto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030934</b>	

<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>368</b>
APLICAÇÃO DE SISTEMAS LINEARES EM CIRCUITOS ELÉTRICOS DE CORRENTE CONTÍNUA	
Robson Cabral Severo	
Leonardo Vale de Araujo	
Rafael The Bonifácio de Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030935</b>	
<b>CAPÍTULO 36</b> .....	<b>378</b>
DIAGNÓSTICO SOBRE OS CONDICIONANTES GEOLÓGICOS E AS FALHAS QUE OCACIONARAM OS DESABAMENTOS NA CICLOVIA TIM MAIA	
Vinicius da Silva Freitas	
Rafael Alves da Rocha	
Marcelo Augusto da Silva Cunha	
Bruno Matos de Faria	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030936</b>	
<b>CAPÍTULO 37</b> .....	<b>388</b>
RECICLAGEM DE VIDRO DE PARA-BRISAS PARA PRODUÇÃO DE VITROCERÂMICA COM 15% DE ÓXIDO DE NIÓBIO	
Hiasmim Rohem Gualberto	
Iury Almeida Moraes	
Mônica Calixto de Andrade	
Edgard Poiate Junior	
Fernanda Arruda Nogueira Gomes da Silva	
Isis Andrea Venturini Pola Poiate	
<b>DOI 10.22533/at.ed.716191030937</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>401</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>402</b>

## CAPTURA DE CARBONO VOLÁTIL DO PROCESSO DE BIORREMEDIAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

### **Odete Gonçalves**

Universidade Federal da Bahia, Departamento de Ciências da Biointeração, Instituto de Ciências da Saúde UFBA. SS-BA.

### **Paulo Fernando de Almeida**

Universidade Federal da Bahia, Departamento de Ciências da Biointeração, Instituto de Ciências da Saúde, UFBA. SS-BA.

### **Cristina Maria A. L. T. M. H. Quintella**

Universidade federal da Bahia, Departamento de Físico/Química, Instituto de Química. Universidade Federal da Bahia, UFBA. SS-BA.

### **Ana Maria Álvares Tavares da Mata**

Instituto Politécnico de Setúbal. Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, IPS/Portugal

**RESUMO:** Os manguezais são um ecossistema comparado a um “berçário natural” devido a sua riqueza biológica. O petróleo é considerado mineral, mesmo sendo matéria orgânica, sem composição química definida. Os cristais são formados em ambiente favorável com lento aquecimento. Suas moléculas (grupos de átomos) se juntam de forma ordenada. Este trabalho fez parte de etapas no processo de biorremediação de manguezal contaminado com petróleo, sob a ação de fungos e residual de mamona (consórcio microbiano). Resultou após 3 meses, houve acima dos esporos de fungos, a deposição de vapores químicos em

cristais de Halita, contendo carbono inorgânico, PI UFBA 2011, e PI UFBA 2014, residual cristalizado contendo partículas inorgânicas nanoestruturado resultante do processo bio/geo/químico. Tal produto se atribui as energias vegetais armazenadas e ao processo de hidrólise do aminoácido cisteína da ricina, uma metalo-protease, devido à síntese microbiana e captura de oxigênio e nutrientes energéticos para sua proliferação. Os produtos foram investigados em difratometria de raios-X, espectrofluorimetria, microscopia eletrônica de varredura e ressonância magnética nuclear. Investigado com Teste PCA e Método Bradford apresentou atividade antimicrobiana. Conforme resultados obtidos o produto cristalizado tem potencial de conter moléculas orgânicas para aplicação em fármacos, cosméticos e nanopartículas para processos industriais e produção de novos materiais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biorremediação. Fungos. Petróleo. Carbono Cristalizado. Nanopartículas.

### VOLATILE CARBON CAPTURE OF THE BIORREMIATION PROCESS FOR USE IN BIOTECHNOLOGY

**ABSTRACT:** Mangroves are an ecosystem compared to a “natural nursery” due to their biological richness. Petroleum is considered

mineral, even if it is organic matter, with no defined chemical composition. The crystals are formed in a favorable environment with slow heating. Its molecules (groups of atoms) come together in an orderly fashion. This work was part of steps in the bioremediation process of mangrove contaminated with petroleum, under the action of fungi and residual castor bean (microbial consortium). After 3 months, there were above fungal spores, deposition of chemical vapors in halite crystals containing inorganic carbon, PI UFBA 2011, and PI UFBA 2014, crystallized residual containing nanostructured inorganic particles resulting from the bio / geo / chemical process. This product is attributed to stored plant energies and to the hydrolysis process of the cysteine amino acid ricin, a metallo protease, due to the microbial synthesis and capture of oxygen and energetic nutrients for its proliferation. The products were investigated in X-ray diffraction, spectrofluorimetry, scanning electron microscopy and nuclear magnetic resonance. Investigated with PCA Test and Bradford Method presented antimicrobial activity. According to the obtained results the crystallized product has the potential to contain organic molecules for application in drugs, cosmetics and nanoparticles for industrial processes and production of new materials.

**KEYWORDS:** Bioremediation. Fungi. Petroleum. Crystallized Carbon. Nanoparticles

## 1 | INTRODUÇÃO

Os manguezais são um ecossistema comparado a um autêntico “berçário natural” devido a sua riqueza orgânica e biológica. Segundo o autor, representam uma base no eixo vital na cadeia alimentar, abrigando uma fauna composta por minúsculas formas microscópicas de vida até a reprodução e crescimento de peixes, aves, répteis e até mamíferos. Além de abrigar as espécies de vivem permanentes como ostras, caranguejos e peixes, visto que, este ecossistema é revigorado com as trocas de maré apresenta assim fonte de alimento, fonte de sustento com condições naturais para fixação e equilíbrio de seres neste meio ambiente (BOTELHO, 2003; LEITÃO, 1995; SCHAEFFER-NOVELLI, 1995).

A cristalização é o resultado do desequilíbrio entre solubilidade e precipitação de sais e pode indicar a formação de micro-cristais. O pH alcalino, viabiliza a solubilidade da cistina unida em ligação de sulfato no petróleo e favorece a precipitação do fosfato de cálcio e fosfato amônio-magnésiano-hexa-hidratado (PI BR 10 0030520, CRISTINA M. QUINTELLA; ODETE GONÇALVES; 2017). A saturação ocorre dependendo da concentração dos solutos cálcio, magnésio, sódio, fosfato, oxalato, citrato e sulfeto (LULICH, et al.; 2005).

A cisteína, presente na ricina de mamona, é um aminoácido sulfurado, fonte de sulfato inorgânico, uma metalo-protease que usa um íon metal no seu mecanismo catalítico e hidrolisa as proteínas em aminoácidos, facilitando a sua absorção pelas células, uma vez que possui um papel despolimerizante (ALVAREZ-SANCHEZ *et al.*, 2000).

O presente trabalho refere-se à produção de cristalizados nanoestruturado proveniente do sedimento biorremediado manguezal contaminado com petróleo e o consórcio microbiano em reações bio/geo/químicas. O produto residual orgânico/inorgânico cristalizado contendo estrutura organizada cristais de Halita (NaCl), com larga afinidade e interação entre os minerais metalóides e as partículas de carbono polimerizado em dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ) ligados a oxigênio e sódio do consórcio microbiano. Destaca-se que os cristais puros, totalmente superficiais em forma de agulhas ou quadrangular se constituem de carbono inorgânico, mineral purificado proveniente de hidrocarbonetos voláteis. Sendo assim, os fungos sintetizam a biotransformação físico/química do consórcio microbiano para o seu metabolismo e após três meses em processo de hidrólise e adsorção se dá a cristalização molecular acima dos conidióforos dos fungos e em seu entorno superficial residual que compreende ser argilo mineral em átomos de silicato octaedrais dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ).

O objetivo deste estudo é a caracterização dos produtos cristalizados para sua aplicação molecular, possivelmente compostos proteicos antimicrobiano nas indústrias de fármacos, em cosméticos e nas indústrias de novos materiais o emprego de nanopartículas de carbono inorgânico nanoestruturado.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O sítio de estudo - Se apresenta a localização e área de estudos onde foi coletado o sedimento manguezal contaminado para o processo de biorremediação utilizado neste experimento com a formulação de consórcio microbiano, UFBA BR PI 1004444-2 A2, 03 mar. 2010. Está situado entre os municípios de Madre de Deus, Candeias e São Francisco do Conde, localizados no estado da Bahia, e é representativa do Bioma Mata Atlântica, no ecossistema manguezal. Contudo, encontra-se nas proximidades da zona de produção, refino e transporte do petróleo da Refinaria Landulfo Alves - Mataripe (RLAM), nas coordenadas  $12^\circ 44' 26,0''$ , o qual deságua na Baía de Todos os Santos (BTS), que conseqüentemente, expõe esta região a acidentes oriundos da atividade petrolífera.

**O petróleo do Recôncavo Baiano** - O petróleo é considerado mineral, mesmo sendo matéria orgânica, sem composição química definida mais propriamente composto de hidrocarboneto, carbono e hidrogênio. No Recôncavo Baiano, este, devido a sua formação, a partir de matéria lacustre, possui composição dominante de parafinas e cadeias normais os alcanos, diferenciando-se, assim, do petróleo de outras bacias sedimentares. Possui alto teor parafínico de 14,71% p/p, 0,20 % v/v de água emulsionada, sedimentos abaixo de traços, densidade a  $15,6^\circ\text{C}$  de 0,8727, grau API 30,64, ponto de fluidez de  $39,00^\circ\text{C}$  e ponto de névoa de  $49,22^\circ\text{C}$  (BORGES *et al.*, 2007). Os hidrocarbonetos alcanos (no petróleo bruto até 12 carbonos são

voláteis, de baixa massa molecular) são as alíquotas de mais fácil degradação do processo de biorremediação em derrame ambiental de petróleo. Conforme trabalhos de Schreber e colaboradores (2001), mostraram que os sedimentos orgânicos oriundos de ambientes hipersalinos possuem valores altos para a razão de H/C indicando o potencial para óleo dessa matéria orgânica.

## 2.1 Experimental do consórcio microbiano – Semeadura

Inicialmente foram feitas as análises toxicológicas no Laboratório de Microbiologia de Farmácia/UFBA, através das técnicas de micro- cultivo em Agar batata, descrita por Lacaz (2002). Após coletadas as amostras, foi analisada a granulometria do sedimento manguezal. Estas foram selecionadas e quantificadas, levadas ao Aquecedor Agitador Magnético - Stirring Hot Plate – (Logen- 350°C) por 4 min. à 87°C, retiradas e distribuídas em 10 placas de Petri com o fungo *Aspergillus* spp e 10 placas de Petri com o fungo *Penicillium* spp. Estas foram identificadas e fechadas hermeticamente para a proliferação na semeadura de bioaugmentação da população microbiana de fungos. Foi acompanhado o desenvolvimento microbiano por sete dias e utilizados em repicagem no experimental de tanques (aquários) e protótipo para biorremediação.

**Processo de Cristalização na biorremediação** - Entretanto nas placas de Petri que não foram utilizadas, houve um acompanhamento, sendo observado que haviam se desenvolvido, na parte superficial das placas, maior proliferação e concentração da população fúngica com elevação dos esporos microbianos, aos 90 dias a formação sintetizada de pequenos cristais sólidos, transparentes e com brilho em forma de agulhas e retangular. Os cristais foram produzidos a partir dos rejeitos dos fungos, isto é, filamentos dos quais se serviam como seus esporos, e provavelmente da captura dos hidrocarbonetos voláteis em sais minerais de halita. Inicialmente se investigou em Difractometria de Raios-X, a seguir para análise de orgânicos e inorgânicos, foram analisadas em três modalidades físicas: A) Cristal puro – somente os filetes cristalizados. B) Cristal macerado – com algum residual. C) Cristal residual sintetizado (Figura 1).





Figura 1. Amostras cristalizadas para análise

## 2.2 Caracterização dos Cristais Protéicos

**Cristal residual nanoestruturado** - Os cristais são formados em ambiente favorável com lento aquecimento. Suas moléculas (grupos de átomos) se juntam de forma ordenada e definida numa geometria em que as faces são planas. Uma das formas na formação de minerais possivelmente são interação de processos físico-químicos, reações químicas entre sólidos e líquidos, em ambientes geológicos. Normalmente adquirindo composição química definida e, em condições favoráveis, podendo ter estrutura atômica ordenada conferindo sua forma cristalina e suas propriedades físicas (NATIONAL GEOGRAPHIC. 2008).

O cristal Halita se refere a ocorrências naturais como sal fósil. Geralmente estão presentes em ambientes evaporitos, no qual os depósitos orgânicos são soterrados em processo acelerado com formação de sedimentos argilosos ou calcário, abundantes em matéria orgânica. O autor, Rosell e colaboradores, (1998), afirma que, águas contendo elevadas salinidades são sítios que contêm elevada produtividade biológica. Os cristais, em sua síntese geralmente são sistemas cristalinos agrupados. Como exemplo destaca-se o quartzo, um mineral de sistema hexagonal que possui propriedades morfológicas como brilho, cor, transparência, habito, fratura, Clivagem. Sendo assim o cristal de halita (NaCl) – Cloro-Sódio, um composto com ligação iônica, se apresenta em sua geometria prismático com faces de romboedro, com estrutura atômica grafite que equivale a menor número de átomos (2,2).

**Espectrofluorimetria** - As leituras de espectrofluorimetria foram realizadas em cubetas de quartzo de 1 cm em espectrofluorímetro PerKinElmer 73809, precisely model LS55 Luminescence Spectrometer, U.K. LR64912C, com software FL WinLAB utilizando fenda de 2,5 nm e velocidade de scan de 1200 nm/min. As amostras foram diluídas no em 5 mL de solvente hexano com o método: Exc: 250 nm; emissão de 300 a 900 nm; scan: 10; inc: 50 nm. Cita o autor, Sikorska (2005 apud MEIRA et al., 2011), exemplo de fluoróforos presente na cadeia de biocombustíveis e fluoróforos encontrados em OGRs e óleos vegetais analisados por espectrofluorimetria. Dos

dados obtidos foram elaborados mapas estatísticos e espectros para interpretação.

**Ressonância Magnética Nuclear (RMN  $^1\text{H}$ )** – Os dados de RMN foram adquiridos a 25 ° C utilizando um equipamento espectrômetro de RMN Bruker Avance 500 III (Karlsruhe, Alemanha) operado a 11.75 T ( $^1\text{H}$  ressonância de frequência 500.13 MHz), equipado com uma sonda 5 mm de ressonância tripla de banda larga (TBI). As amostras foram Cris Res Macer (15 mg) e amostra Cr\_16 (19 mg); ambas foram maceradas, diluídas na concentração % em 40  $\mu\text{L}$  de acetona para serem analisadas.

**Microscopia Eletrônica de Varredura MEV/EDS** – O perfil químico e imagens de microscopia eletrônicas de varredura, foram obtidas com o equipamento espectrofotômetro marca JEOL, modelo JSM-6610LV Scanning Microscope, as amostras foram previamente metalizadas com precipitação a vácuo, de película micrométrica. Neste estudo, foi utilizado o material condutor carbono, sobre a superfície da amostra o que possibilitou a identificação através da condução da corrente elétrica. O metalizador utilizado foi da marca DENTON VACUUM, modelo DESK V. As imagens foram obtidas do tipo elétron secundário (SEI) e as análises químicas foram por EDS.

Os picos obtidos no espectro podem determinar os elementos atuantes na amostra e apontar a caracterização da composição química e determinação da estrutura atômica, morfologia do material, tanto de metais, cerâmicas e polímeros, como de espécimes biológicas específicas (REED, 1996). O MEV oferece a detecção dos raios-X uma técnica não destrutiva, podendo determinar quantidades de até 1-2% dos elementos presentes na amostra medindo sua energia (EDS) como também o seu comprimento de onda (WDS) permite identificar a composição de cada amostra, qualitativamente, em pontos específicos da imagem (CRUZ et al., 2006).

**O antimicrobiano Método BRADFORD** (Jornal (anexo) EC 761/2009) – Os antimicrobianos são substâncias que agem sobre microorganismos inibindo o seu crescimento e proliferação ou mesmo causando a sua destruição, podendo ser estes naturais (antibióticos) ou sintéticas (quimioterápicos) (SÁEZ-LLORENS, 2000). Foi preparado, filtrado e dissolvido ½ litro do reagente Comassie mais 1g de azul brilhante pelo método Bradford em seguida colocado no agitador magnético e coberto com papel alumínio ficando por 24:00h em agitação. Este reagente foi utilizado para investigação de tese antimicrobiano e para a investigação de teste de proteínas. Após serem todas as amostras preenchidas com o Plate Count Agar (PCA) com Tris, conforme método estabelecido, estas foram colocadas na estufa à 37°C das 13:00 h às 15:30 h para secar. Logo após foi adicionado 0,05  $\mu\text{l}$  da bactéria *E. coli* e colocado novamente na estufa. Para que tenha mais eficiência na medicação antimicrobiana, quanto ao patógeno se faz necessário a confirmação da suspeita da infecção por meio de culturas positivas para microorganismos isolados e a localização do foco provável (MOTA et al., 2010).

### 3 | RESULTADOS

Foram identificados os fungos *Aspergillus* spp e *Penicillium* spp, os quais foram utilizados no experimental compondo o consórcio microbiano. O perfil granulométrico do substrato manguezal foi obtido com centrifugação,  $D(v.05) = 23.30 \mu\text{m}$ . A sintetização do produto cristalizado efetuou-se a partir do processo de evaporação/desidratação e adsorção e do fator tempo que é um diferencial. Como resultado da análise de difratometria de raios-X é importante destacar o fator tempo na validação com a comparação da sementeira 1 e sementeira 2, na qual após 90 dias, se observou maior quantidade de agregação dos metalóides (inorgânicos) aos cristais e nas estruturas cristalinas maior forma em tamanho. A caracterização do cristal Halita mostrou os picos 4.04 H; 3.35 H; 2.86 H; 2.82 H; 1.99 H; 1.62 H no tempo até 90 dias. Entretanto após este período verificou-se os picos 4.2 Qz e 3.34 Qz, além dos outros já existentes (Figura 2), caracterizando como principal Cristal de Halita e como secundário Sílica Cristalizada. Foi observado que a amostra manguezal cristal puro 1, obteve a condutividade muito elevada em 28,8 mS/cm. Eletricidade.

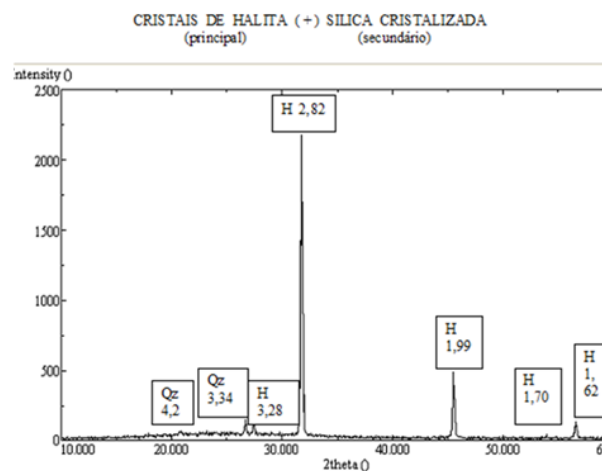


Figura 2: Difratometria de Raios-X após 90 dias da sementeira

***Espectrofluorimetria cristal residual*** - Foram obtidos espectros de emissão fluorescente e elaborados tratamento de dados em mapas (Figura 3).

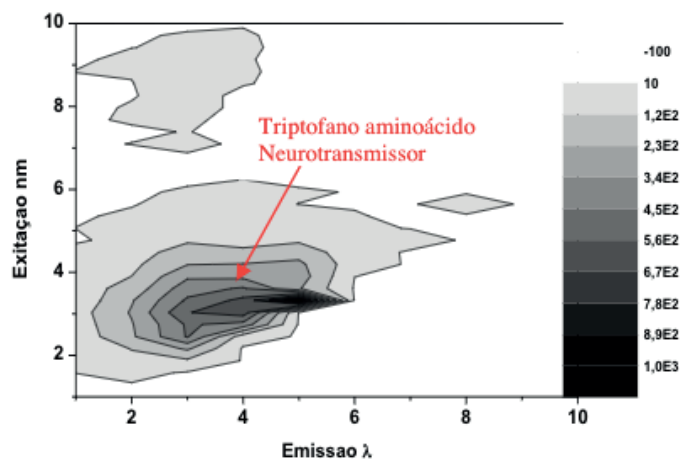


Figura 3: Caracterização de bioativo cristalizado manguezal por fluorescência molecular evidenciando ser o aminoácido Triptofano (neurotransmissor).

Na determinação analítica foi detectada a emissão entre 200 nm a 550 nm enquanto a amostra sofria excitação em comprimento de onda na faixa de 200 nm à 500 nm.

**Análise em RMN  $^1\text{H}$**  - Houve a produção de cristais de halita (cristais de sal), conseqüentemente com a captura dos hidrocarbonetos voláteis (cristal puro), como uma forma de purificação de carbono inorgânico (PI BR 1020140192018, 2014). Após analisado em RMN  $^1\text{H}$  e comparado os dados em planilha, foi observado que ambos os cristais de 2012 e 2016 apresentaram resultados muito semelhantes, isto porque ambos são produtos da formulação do consórcio microbiano, embora sejam de experimentais feitos em anos diferentes, o que garante a metodologia original utilizada. O espectro foi aumentado a proporção visual de análise na frequência entre 0 à 3.5 ppm, no qual foi observado em 0.9 ppm  $\text{CH}_3$  terminal; em 1.3 ( $\text{CH}_2$ )@ para o cristal residual 2012 (Figura 4A). Atribui-se a  $\text{CH}_2 - \text{CO}$ , grupo funcional ácido carboxílico ou derivado de amida, como por exemplo metil amida. Podendo ser um propanoico butânico de cadeias pequenas, ou seja, abaixo de 10 carbonos, com indicativo de ser produzido pela fermentação anaeróbica (láctica). Isto se atribui devido a volatilização dos hidrocarbonetos de cadeias menores de 10 carbonos em forma de gás condensados (aprisionados) nos cristais de halita, fechados em placas de Petri em biotransformação biogeoquímica. Apresenta inicialmente os halogênios que estão contribuindo para as reações e biotransformações biogeoquímicas, os quais aparecem na frequência, em 0.0 ppm picos de Silício; em 0.9 ppm à 1.0 ppm se observa Iodeto de metila ou muito provavelmente  $\text{CH}^3$  terminal, ainda na frequência de 1.3 ppm ( $\text{CH}_2$ )@, em 2.1 ppm é observado o solvente acetona. Na frequência 2.8 ppm se apresenta o Brometo de metila que provavelmente atua em processos de oxido-redução e hidrolise, em reação com os metaloides. Os compostos halogenados indicam ser formadores de sais, possuem a propriedade oxidante assim sendo reagem espontaneamente com os metaloides e não-metais

são substâncias redutoras muitas vezes reagindo com gases podendo exercer a ação antimicrobiana. O autor pontua a presença do aminoácido estrutura resultante da ligação do terminal alfa-amina ( $\text{NH}_2$ ) à cadeia substituível alifática (VARALDO, 2002). É sabido que compostos halogênicos são formados por moléculas constituídas por baixo peso molecular como exemplo o cloro, volátil em condições ambiente.

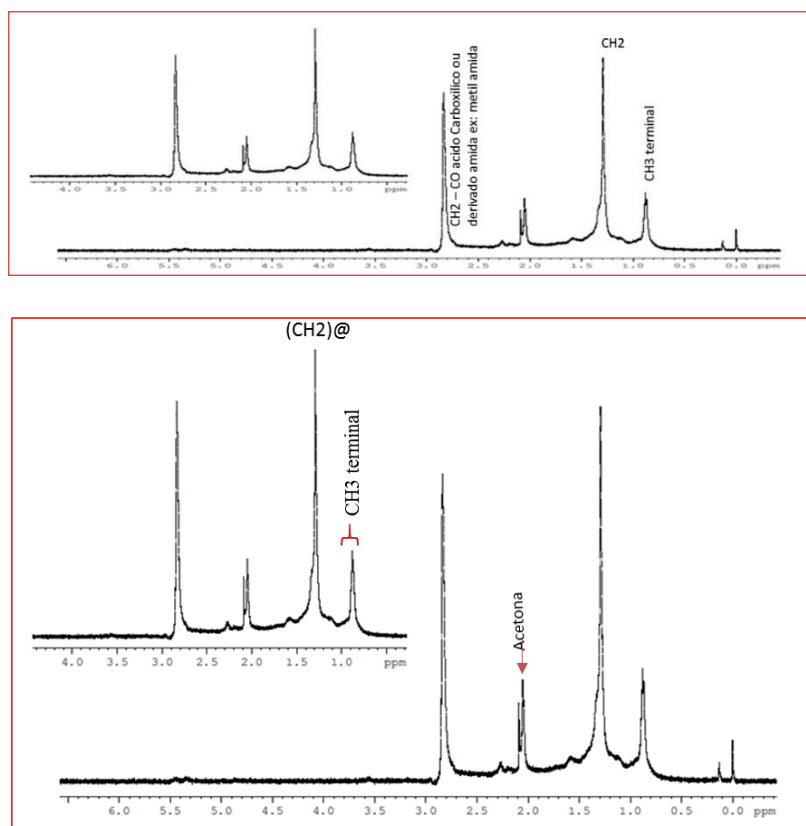


Figura 4 A e B: A) Ressonância magnética nuclear  $^1\text{H}$  do cristal 2012 com picos de ácidos carboxílicos e metilas. B) Espectro do cristal 2016 em 2.8 ppm Brometo de metila

**Análise MEV/EDS** - Foram analisadas as amostras cristalizadas ao longo dos anos da pesquisa com os dados obtidos foi elaborada a tabela 1, na qual apresenta os resultados do cristal puro, cristal macerado, cristal residual, cristal residual 16 e cristal residual 17, utilizando-se a técnica MEV/EDS. Foi apontado a forte presença de cloro e sódio devido ser cristal de halita proveniente da salinidade e evaporação da solução salina, entretanto quando o residual cristalizado é macerado, destaca-se a forte presença de carbono mineral acompanhado de enxofre, silício, magnésio, oxigênio e cálcio característico de compostos orgânicos proteicos. Após deposição de vapores químicos, observou-se formação de cristal (puro) Halita e grupos de átomos, carbono volátil (Figura 5 A B), imagem MEV/EDS. Foi coletado o espectro de MEV/EDS do filete cristal puro isolado, registrado em imagem de microscópio eletrônico em placas de Petri (Figura 6 A B). Destaca-se o espectro de BSE em MEV/EDS, da amostra Cr\_16 (cristal residual), apresentando elevado pico de Carbono com 86.73 Wt%, este dá evidências de purificação de carbono mineral, seguido pelo Oxigênio com 8.4 Wt% ( $\text{SiO}_2$ ), confirmando a presença de enxofre com pico de 1.82

Wt% (FeS<sub>2</sub>) (Figura 5).

Fonte	Mangue	Mangue	Mangue	Mangue	Mangue	
Data	2012	2012	2012	2016	2017	
Amostra Cristal	Puro	Macerado	Residual	Resid 16	Residual	Etiqueta
Peso	Wt%	Wt%	Wt%	Wt%	Wt%	Padrão
<b>C</b>	10,71	21,03	43,58	86,73	45,04	C Vit
<b>O</b>	0	6,03	13,14	8,4	33,38	SiO <sub>2</sub>
<b>Na</b>	33,97	28,25	15,9	0	1,19	Albite
<b>Mg</b>	0	0,35	0	0,62	2,09	MgO
<b>Al</b>	0	1,49	0,88	0,16	2,41	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
<b>Si</b>	0	0,25	1,99	0,66	6	SiO <sub>2</sub>
<b>S</b>	0	41,94	1,21	1,82	1,41	FeS <sub>2</sub>
<b>P</b>	0	0,11	0	0	0,14	GaP
<b>Cl</b>	55,09	0,12	20,78	0,87	3,77	NaCl
<b>K</b>	0	0,04	0,29	0	1,07	KBr
<b>Ca</b>	0,24	0,28	0,41	0,21	1,38	Wollastonite
<b>Ti</b>	0	0,07	0	0	0,16	Ti
<b>Mn</b>	0	0,04	0	0	0	Mn
<b>Fe</b>	0	21,03	1,83	0,52	1,08	Fe
<b>Cu</b>	0	6,03	0	0	0,13	Cu
<b>Ga</b>	0	28,25	0	0	0	GaP
<b>Br</b>	0	0,35	0	0	0,78	KBr

Tabela 1. Dados de amostras cristalizadas são apresentas, cristal puro, cristal macerado, cristal residual, cristal residual 16 e cristal residual 17, utilizando-se a técnica MEV/EDS, destacando 86,73 Wt% de carbono mineral.

Tal resultado leva a induzir reações de compostos orgânicos, muito provavelmente a presença de proteína como era esperado. A cisteína possui um grupo funcional formado por átomos de hidrogênio e enxofre (grupo tiol), que auxiliam na formação de ligações de dissulfureto. Estas ligações são muito importantes para definir a estrutura orgânica de várias proteínas (TORTORA, 2012). O trabalho apresenta evidências de nanopartículas nanoestruturadas, reações bio/geo/químicas, obtidas a partir de uma inovadora tecnologia baseada na combinação dos métodos de intercalação em solução sólido/pastoso, consórcio microbiano (fungos) de biorremediação manguezal.

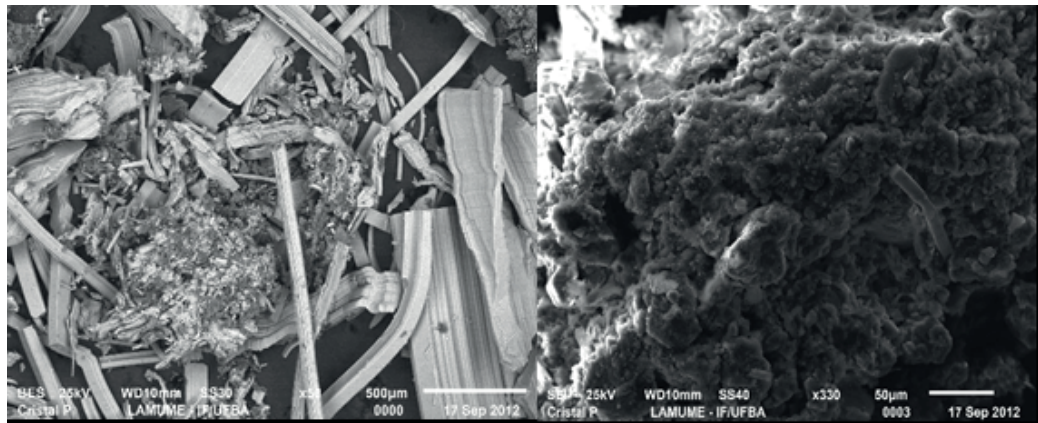


Figura 5 A B. Imagem Microscopia Eletrônica MEV/EDS de cristal puro.

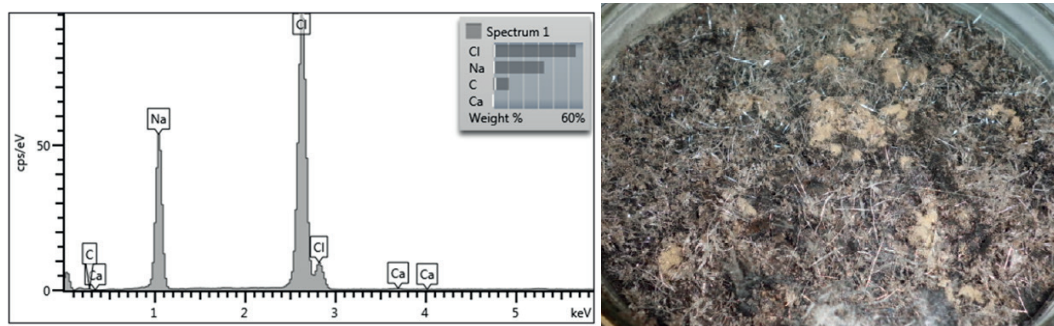


Figura 6 A B. A. Espectro de MEV/EDS do filete cristal puro isolado, B. Foto em placa Petri.

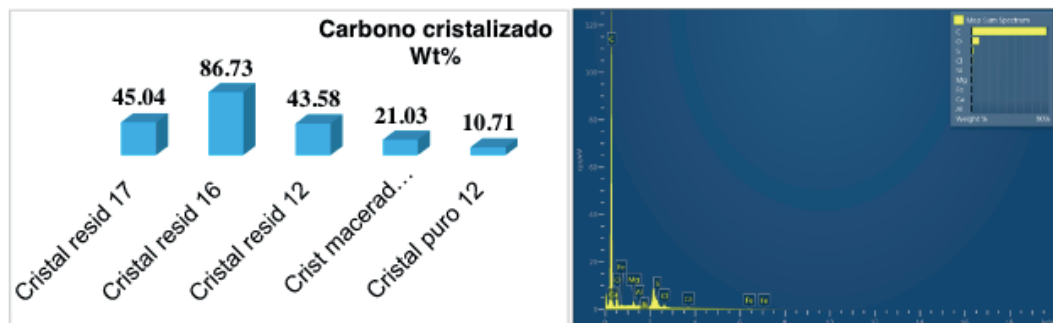


Figura 7 A B. A. Demonstrativo estatístico dos percentuais de carbono inorgânico apontados nas amostras de cristal puro e residual manguezal. Espectro da amostra cristal residual Cr\_16 por microscopia eletrônica de varredura/EDS com mapeamento dos picos de minerais com predominância do carbono com 86.73 Wt%, seguido de Oxigênio e Enxofre evidenciando compostos orgânicos.

Análise de micrografia de luz polarizada - Anisotropia é a característica que uma substância possui em que uma certa propriedade física varia com a direção, assim sendo depende da direção em que são medidas. Em consequência da anisotropia das propriedades óticas dos minerais é utilizada para distinguir os minerais uns dos outros. Os bioativos obtiveram birrefringência de proteína com indicação de estrutura molecular bem organizada. Segundo, ROOK, 1998, as fibras de colágeno são birrefringentes sob luz polarizada.

**Antimicrobiano** – O teste antimicrobiano PCA com bactéria *Escherichia coli* em placas de Petri, mostrou serem as amostras cristal manguezal 4 e 7 as que tiveram maior poder de inibição. No teste antimicrobiano com reagente Comassie em análise

visual, verificou-se em lupa e microscópio, visualizando assim mais detalhadamente. A amostra 7, cristal proteico 1, equivalente a M.CP.1, em placa de Petri, obteve 81 mg/L, miligrama por litro.

#### 4 | DISCUSSÃO

Devido a estas reações microbiológicas e posteriormente a adsorção e desidratação do consórcio microbiano, se dá um processo de cristalização com nanopartículas homogêneas de  $\text{SiO}_2$  em residual cristalizado de carbono, ou seja, carbeto de Silício, carbeto iônico salino, material cerâmico como armadura interna sendo compactado com átomos de HPAs e inorgânicos polimerizados em nanoestruturas. Entretanto, após caracterização, foi pontuado a forte presença de substâncias orgânicas proteicas, no cristal residual oriundas dos componentes coprodutos de biocombustíveis de mamona. Desta forma, aqui se apresenta um produto material homogêneo, devido à mistura dos componentes em nível molecular, usualmente em escala de nanômetro a sub-micrômetro, resultante da biotransformação biogeoquímica de rejeito de mineração ambiental e petróleo com um consórcio microbiano.

Observa-se em RMN, sinais de hidrocarbonetos de cadeia longa e talvez grupos metilas de acetatos, devido a um sinal próximo a 11,2 ppm que sugere um grupo ácido. Podendo também ser metilas ligadas a nitrogênio. Sabendo-se que os ácidos carboxílicos formam sais, são salientados como os mais importantes os de sódio e de potássio. O  $-\text{Na}^+$  pode-se considerar que os sais de ácidos são oriundos da substituição do hidrogênio (H) atuante em um ácido carboxílico por um átomo de sódio ou potássio (MEISENBERG; SIMMONS, 1998). A hidrólise de ligação peptídica libera seus aminoácidos constituídos de ácidos e aminas. Como exemplo é citado, pentapeptídeo glicil-lucil-lisil-glutamil-prolina, o qual leva a formação dos aminoácidos: glicina, leucina, lisina, glutamina e prolina (MEISENBERG, SIMMONS, 1998).

Diante dos novos desafios da economia petroquímica, o produto com compostos orgânicos biorreativos, vem abrir portas para inovações orgânicas da ciência na gestão de negócios com desenvolvimento sustentável no campo, além de promover responsabilidade social com emprego e renda. Importante esclarecer que este trabalho é fruto da patente “**Processo para obtenção de biossensores e biossensores**”, depósito UFBA, 21/10/2011.

#### 5 | CONCLUSÃO

É possível obter moléculas de carbono mineral através da biorremediação ambiental de petróleo derramado para aplicação em Biotecnologia e ou industrial



nanotubos de carbono e em eletrônicos. O aparecimento do produto transparente e com brilho cristalizados evidencia uma transformação significativa. Dessa forma, pode-se afirmar que o consórcio microbiano sofreu volatilização, e produziu a separação e purificação de carbono mineral nos cristais residuais proveniente dos aminoácidos e matéria orgânica dos hidrocarbonetos. Neste caso, a interação resulta da alteração de uma ou mais propriedades físico-químicas, tais como modificação do pH, transferência de elétrons, variação de massa, transferência de calor, liberação de gases ou íons, podendo serem detectados e medidos por um transdutor. Ficou comprovada a presença elementar dos reativos cloro, potássio (brometo de potássio), bromo (Tabela 1), e metais alcalinos como sódio. Devido serem voláteis e densos, reagem com aminas, alcenos, fenóis e hidrocarbonetos. Por outro lado, a ligação proteica de ferro/enxofre (Fe/S-C) pode ser comprovada pela transferência de elétrons.

Conclui-se que a determinação de proteína pelo Método Bradford foi positiva para o cristal proteico manguezal (M.CP.1) foi de 81 mg/L e manguezal sedimento biorremediado (M.SB) foi de 64 mg/L de proteína por litro. Com potencial de moléculas orgânicas para aplicação em fármacos, cosméticos e nanopartículas para processos industriais e produção de novos materiais.

O consórcio microbiano visa atender aos desafios tecnológicos ambientais, uma vez que a glicerina bruta e a torta de mamona são renováveis e, juntamente com fungos anaeróbicos facultativos, elaboram uma fermentação no sedimento argiloso do manguezal. Destaca-se, ainda, que o bioestímulo natural, a *Ricinus communis*, é um agente transformador que contribui para o processo de hidrólise na formação de resíduos cristalizados e na captura das substâncias ciclisadas e gasosas, ao mesmo tempo em que promove a biorremediação com redução dos contaminantes ambientais.

## 6 | AGRADECIMENTOS

Reconhecemos ao Programa de Recursos Humanos - PRH 49 – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis ANP/MCTI, através de bolsas de pesquisa de doutorado. Agradecemos o apoio financeiro da CAPES (Brasil) através do Programa Doutorado Sanduíche no Exterior PDSE 88881.134321 / 2016-01. Instituto de Física UFBA-LAMUME. ESTSstúbai-IPS. Laboratório NEA IGEO/UFBA, Laboratório Análises Toxicológicas IBIO/UFBA, PIBIC, CNPq. Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear – IQ/UFG.

## REFERÊNCIA

ALVAREZ-SÁNCHEZ, A. L. M. E.; et al.; **A novel cysteine proteinase (CP65) of *Trichomonas vaginalis* involved in cytotoxicity.** *Microbial pathogenesis*, v. 28, p. 193-202, 2000.

BRADFORD, M.M. (1976). **A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding**. Anal Biochem 72:248-54.

BORGES, S. M. S.; et al.; **Recuperação secundária de óleo pesado e completção de reservatórios de campos maduros utilizando o subproduto (glicerina bruta) da produção do biodiesel**. Boletim técnico da Produção de Petróleo, n.2, p.131-152, 2007.

Ministério do Meio Ambiente. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Denise Marçal Rambaldi, Daniela América Suárez de Oliveira (orgs.) Brasília: MMA/SBF, 2003. 510 p.

COMPTON, S. J.; JONES, C. J.; **Mechanism of dye response and interference in the Bradford protein assay**. Anal Biochem, n.151, p.369-74, 1985.

CRUZ, H.; et al.; **Quantification of the microconstituents formed during solidification by the Newton thermal analysis 60 method**. Journal of Materials Processing Technology, v.178, n.1-3, p.128-134, 2006.

Official Journal of the European Union. Jornal (anexo) EC 761/2009-anexo IV (método equivalente ao OECD TG 201).

OECD, **Guideline for testing of chemicals** No. 201, Freshwater Algae and Cyanobacteria, Growth Inhibition Test, OECD, Paris, 2011.

LACAZ, C. S. L. et al.; **Tratado de Micologia Médica**. 9. ed. São Paulo: Sarvier, 2002.

LULICH, J. P.; et al.; **Effects of dietary supplementation with sodium chloride on urinary relative supersaturation with calcium oxalate in healthy dogs**. American Journal of Veterinary Research, v.66, n.2, p.319-324, 2005.

MEISENBERG, G.; SIMMONS, W. H.; **Principles of Medical Biochemistry**, pp 742. Mosby, St Louis. 1998.

MEIRA, M.; et. al.; **Determination of the oxidation stability of biodiesel and oils by spectrofluorimetry and multivariate calibration**. Talanta, v.85, n.1, p.430-434, 2011.

MOTA, L. M.; et. al.; **Uso racional de antimicrobianos**. Medicina (Ribeirão Preto), v.43, n.2, p.164-172. 2010.

National Geographic. 2008. <http://ngm.nationalgeographic.com/2008/11/crystal-giants/shear-text>

REED, S. J. B. **Electron Microprobe Analysis and Scanning Electron Microscopy in Geology**, New York, Cambridge University Press, p.201, 1996.

ROSELL, L.; et al.; **Strontium geochemistry of primary Miocene gypsum: Messinian of southeastern Spain and Sicily and the Badenian of Poland**. Journal Sedimentary Research, 68, 63-79. 1998.

ROOK, GA.; **Give us this day our daily germs**, Immunol Today. Dept of Bacteriology, UCL Medical School, London, UK. 1998.

[http://www.salinor.com.br/wordpress/?page\\_id=792](http://www.salinor.com.br/wordpress/?page_id=792)

SÁEZ-LLORENS, X.; et. al.; **Impact of an antibiotic restriction policy on hospital expenditures and bacterial susceptibilities: a lesson from a pediatric institution in a developing country**.

Pediatr. Infect. Dis J., v.19, p.200-206, 2000.

SCHREIBER, B. C.; et al.; **Characterization of organic matter formed in hypersaline environments: hydrocarbon potential and biomarkers through artificial maturation studies.** Jour. Petroleum Geology, 24, 309-338. 2001.

TORTORA-FUNKE-CASE- ARITMED- **Microbiologia** 10ª edição. São Paulo- Brasil- 2012.

UFBA. Instituto de Química (Salvador). Cristina M. Quintella; Odete Gonçalves; Patente: BR PI 10 2014 0192018 – 2014. **Processo de Purificação de Carbono Mineral em Cristal de Halita Sintetizado em Biorremediação de Manguezal com Aplicação em Biotecnologia.**

UFBA. Instituto de Química (Salvador). Cristina M. Quintella; Odete Gonçalves; Jorge Alberto Trigüis; Patente BR PI 1105934-6, 21 out. 2011. **Processo para obtenção de biossensores e biossensores.**

UFBA. Instituto de Química (Salvador). Cristina M. Quintella; Odete Gonçalves; Patente BR PI 10 2012 033531 0. 2012. **Estação de tratamento subterrânea para derrames de petróleo ou esgoto com aplicação de Mistura Microbiológica e método de funcionamento.**

UFBA. Instituto de Química (Salvador). Cristina M. Quintella; Odete Gonçalves; Patente BR PI 1004444-2 A2, 03 mar. 2010. **Processo de obtenção de produto biodegradável para aplicação na remediação de solos, águas e ambientes impactados e método de funcionamento.**

UFBA. Instituto de Química (Salvador). Cristina M. Quintella; Odete Gonçalves; Patente BR PI 1105932-0, 21 out. 2011. **Processo Microbiológico para captura de voláteis e produção de biopolímero proteico.**

UFBA. Instituto de Química (Salvador). Cristina M. Quintella; Odete Gonçalves; Paulo Fernando de Almeida; Patente BR 10 2017 0030520; 15 de fevereiro de 2017. **Recuperação terciária de petróleo em reservatório de campos maduros por meios de extratos vegetais.**

VARALDO, P. E.; **Antimicrobial Resistance and Susceptibility Testing: an Evergreen Topic.** J. Antimicrob. Chemother. 50, 1-4, 2002.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**CLEBERTON CORREIA SANTOS-** Graduado em Tecnologia em Agroecologia, mestre e doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Tem experiência nas seguintes áreas: agricultura familiar, indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, uso e manejo de resíduos orgânicos, propagação de plantas, manejo e tratamentos culturais em horticultura geral, plantas medicinais exóticas e nativas, respostas morfofisiológicas de plantas ao estresse ambiental, nutrição de plantas e planejamento e análises de experimentos agropecuários.

(E-mail: [cleber\\_frs@yahoo.com.br](mailto:cleber_frs@yahoo.com.br)) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acessibilidade 10, 11, 20, 21, 22, 186  
Amazônia 141, 142, 143, 150, 207, 208, 246, 261  
Amido de mandioca 1, 2, 3, 4, 9  
Análise sensorial 45, 46, 56

### B

Bioacessibilidade 164, 165, 166, 168, 172, 173  
Biofilmes 4  
Biomateriais 92  
Biorremediação 114, 116, 117, 123, 125, 126, 128

### C

Carbeto de boro 129, 130, 131, 132, 140  
Carbono cristalizado 114

### D

Dejetos de suínos 112

### G

Gamificação 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 191, 194, 195  
Geometria 34, 118, 134, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 225, 248, 259, 271, 390

### H

Homologia simplicial 239

### I

Inteligências múltiplas 188, 190, 191, 192, 193, 197, 198, 199, 200

### M

Matrizes 2, 129, 136, 138, 139, 247, 369  
Mineração 76, 80, 125, 197, 209, 211, 216, 217

### N

Nanopartículas 90, 91, 92, 93, 95, 98, 99, 100, 114, 116, 123, 125, 126

## O

Óleo de copaíba 201, 203, 204, 207

## P

Paralisia facial 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367

Pegmatito 23, 24, 25, 31, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77

Pensamento computacional 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 66, 67, 68, 195

## Q

Qualidade do ar 78, 79, 80, 81, 87, 88

## R

Reciclagem 3, 52, 294, 297, 298, 300, 302, 388, 389, 399

Robótica 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 199, 279, 282, 284, 285, 287, 288, 289, 291

## S

SAP 2000 33, 34, 40

Sistemas lineares 368, 369, 373, 374, 377

## T

Tecnologias Digitais 153, 154, 155, 156, 157, 161, 162, 163, 195, 287

## V

Variabilidade climática 142

## W

Website 175, 176, 181, 183

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-642-3

