



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

CAPÍTULO 1	1
SYNTHESIS OF TRANSITION METAL NITRIDE AT LOW TEMPERATURE FROM COMPLEXED PRECURSOR	
Rayane Ricardo da Silva Carlson Pereira de Souza André Luís Lopes Moriyama	
DOI 10.22533/at.ed.3091916041	
CAPÍTULO 2	8
TÉCNICAS ASSOCIADAS DE REMEDIAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA E DO SOLO POR HIDROCARBONETOS: ESTUDO DE CASO EM POSTO DE COMBUSTÍVEL	
José Eduardo Taddei Cardoso Paulo Cesar Lodi Ana Maria Taddei Cardoso de Barros	
DOI 10.22533/at.ed.3091916042	
CAPÍTULO 3	17
TÉCNICAS DE MANEJO PARA RECUPERAÇÃO DE POMAR DE CUPUAÇUZEIRO COM HISTÓRICO DE ALTA INFESTAÇÃO DA DOENÇA VASSOURA-DE-BRUXA	
Hyanameyka Evangelista de Lima Primo Teresinha Silveira Costa Albuquerque Alcides Galvão dos Santos Rosiere Fonteles de Araújo Ezequiel Souza Queiroz Raimundo Silva Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.3091916043	
CAPÍTULO 4	26
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 Thaís Lobato Sarmento André Luiz Belém	
DOI 10.22533/at.ed.3091916044	
CAPÍTULO 5	38
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 Elibe Silva Souza Negreiros Sílvio Barros de Melo Severino Alves Júnior Petrus d'Amorim Santa Cruz Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.3091916045	

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 (H₂S)

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 Aguiar
Vitor Santos Ramos

DOI 10.22533/at.ed.30919160419

CAPÍTULO 20 184

BATERIAS LI-O₂ 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

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

CAPÍTULO 31	296
APLICAÇÃO DE ÓXIDOS CONDUTORES TRANSPARENTES PARA DETECÇÃO DE PRODUTOS ENZIMÁTICOS MICROBIANOS	

Cleber Alexandre de Amorim
Kate Cristina Blanco

DOI 10.22533/at.ed.3091916042131

SOBRE OS ORGANIZADORES.....	311
------------------------------------	------------

SOLUÇÃO BIOTECNOLÓGICA APLICADA EM REDE DE TRANSPORTE DE ESGOTO PARA REDUÇÃO DE GÁS ODORÍFICO (H₂S)

Abraão Evangelista Sampaio

Companhia de Água e Esgoto do Ceará –
CAGECE, Fortaleza – Ceará

Almira dos Santos França Carvalho

Companhia de Água e Esgoto do Ceará –
CAGECE, Fortaleza – Ceará

Marylia Albuquerque Braga

Empresa Brasileira de Biotecnologia Mineral
Ltda., Fortaleza – Ceará

Marcius Guimarães Pinheiro de Lemos

Empresa Brasileira de Biotecnologia Mineral
Ltda., Goiânia – Goiás

RESUMO: Nas últimas décadas, os problemas ambientais estão cada vez mais sendo discutidos no meio científico, social e político. Em decorrência dessas questões, novos processos e soluções biotecnológicas estão sendo desenvolvidas e utilizadas com a finalidade de minimizar esses impactos no ambiente. O sulfeto de hidrogênio ou gás sulfídrico é um dos principais causadores de poluição do ar, que provoca danos à saúde e está diretamente relacionado à biodegradação da matéria orgânica, por exemplo, presente no efluente sanitário, e outras fontes naturais. As reclamações devido ao mau cheiro próximo as ETEs e EEEs são um problema constante para as empresas de saneamento e muitas vezes

sem solução, levando a mudança de moradores para outros locais e desvalorização de propriedades próximas às estações. O objetivo desse trabalho foi de desodorizar, reduzir a emanção de gás sulfídrico nas estações elevatórias de efluentes (EEE) e reduzir o sulfeto solúvel no efluente sanitário e ao longo da rede coletora, onde foram selecionados além das EEEs dois PVs para monitoramento, e Estação de Pré Condicionamento (EPC), localizada no final da rede coletora. O trabalho foi desenvolvido através da aplicação simples e direta de um biorremediador no efluente das Estações Elevatórias de Esgoto. Diante do objetivo proposto no trabalho, obteve-se resultados satisfatórios no que se refere à redução da concentração do gás sulfídrico e do sulfeto dissolvido nos pontos de aplicação (EEE) e ao longo da rede coletora até a EPC, e conseqüentemente diminuindo a corrosão das tubulações na rede coletora de esgoto e equipamentos das EEEs.

PALAVRAS-CHAVE: biorremediação, gás sulfídrico, poluição atmosférica, mau odor, desodorização.

ABSTRACT: In the last decades, environmental problems are increasingly being discussed in the scientific, social and political environment. As a result of these issues, new processes and biotechnological solutions are being developed

and used in order to minimize these impacts on the environment. Hydrogen sulphide or hydrogen sulphide is a major cause of air pollution, which causes health damage and is directly related to the biodegradation of organic matter, for example present in the sanitary effluent, and other natural sources. Complaints due to the stench near the ETEs and EEEs are a constant problem for the sanitation companies and often unsolved, leading to relocation of residents to other locations and devaluation of properties near the stations. The objective of this work was to deodorize, to reduce the emanation of sulfuric gas in the effluent elevation stations (EEE) and to reduce the soluble sulfide in the sanitary effluent and along the collecting network, where two PVs were selected for monitoring, and Station of Pre-Conditioning (EPC), located at the end of the collecting network. The work was developed through the simple and direct application of a biorremediator in the effluent of Sewage Elevation Stations. In view of the objective proposed in the work, satisfactory results were obtained with regard to the reduction of the concentration of the sulfuric gas and the sulfide dissolved in the points of application (EEE) and along the collecting network until the EPC, and consequently reducing the corrosion of the piping in the sewage collection and EEE equipment.

KEYWORDS: bioremediation, hydrogen sulfide, air pollution, bad odor, deodorization.

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os problemas ambientais estão cada vez mais sendo discutidos no meio científico, social e político. Em decorrência dessas questões, novos processos e soluções biotecnológicas estão sendo desenvolvidas e utilizadas com a finalidade de minimizar esses impactos no ambiente.

O sulfeto de hidrogênio (ou gás sulfídrico) é um dos principais causadores de poluição do ar, que provoca danos à saúde e está diretamente relacionado à biodegradação da matéria orgânica presente, por exemplo, no efluente sanitário, e também possui outras fontes naturais. É um gás incolor, de cheiro desagradável característico, extremamente tóxico e mais denso do que o ar.

A ação tóxica do sulfeto de hidrogênio nos seres humanos é conhecida desde o século XVIII, entretanto, passados tantos anos, ainda ocorrem casos de intoxicações, inclusive com mortes. Sua agressividade também é avaliada nos contatos com materiais e equipamentos dispostos ao longo da rede coletora de efluentes e estações de tratamento, resultando, na maioria das vezes, em deteriorações ou fraturas com consequências catastróficas (Mainier, 1996).

O mau odor causado pelo gás sulfídrico tem sido um transtorno ambiental e público nos últimos anos. Em particular, estão os odores emitidos por indústrias de alimentos, sistemas de tratamento de efluentes, plantas de processamento de resíduos sólidos (Wani *et al.*, 1999).

Os mecanismos de geração de H_2S necessitam de uma fonte de enxofre, tais como: sulfato solúvel (SO_4^{2-}), sulfato de sódio (Na_2SO_4) ou sulfato de cálcio ($CaSO_4$);

um mediador como as bactérias ou as elevadas temperaturas de sub-superfície e um agente catalisador cuja presença implicará na velocidade da reação de oxidação-redução (Mainier *et al.*, 1994). No caso das bactérias redutoras de sulfato (BRS), outros parâmetros como pH, teor de matéria orgânica, salinidade (cloreto de sódio), temperatura e ausência de oxigênio são fundamentais no desenvolvimento do processo de geração de H₂S, conforme mostra a reação a seguir:



O gás sulfídrico é produzido no processo de digestão anaeróbia através da quebra de sais de enxofre presentes na matéria orgânica. A quantidade de H₂S efluente dependerá da composição do efluente (Hobson *et al.*, 1993).

A poluição atmosférica é considerada um dos problemas ambientais mais graves nas grandes aglomerações urbanas. As reclamações devido ao mau cheiro próximo as ETEs e EEEs são um problema constante para as empresas de saneamento e muitas vezes sem solução, levando inclusive a mudança de moradores para outros locais e desvalorização de propriedades particulares próximas as estações.

Neste projeto foi realizado o tratamento do efluente em três EEEs operadas pela empresa Companhia de Água e Esgoto do Ceará, a CAGECE, desenvolvido através da aplicação simples e direta do biorremediador nas EEEs, produto que já vem pronto para uso, de baixo custo e alta eficiência. Para avaliar o percentual de eficiência realizamos o monitoramento das emissões atmosféricas e analisamos todos os parâmetros propostos.

2 | OBJETIVOS

Reduzir a concentração de sulfeto dissolvido resultante do início da biodegradação do efluente e também do gás sulfídrico atmosférico liberado pela biodegradação do efluente, e conseqüentemente minimizar os odores fétidos provocados por esse gás que incomodam à vizinhança próxima às Estações Elevatórias de Esgoto – EEE: PF II - Praia do Futuro, SD II – Vila Velha e Pajeú - Centro, estas bombeiam o efluente para os interceptores leste e oeste, localizados na vertente marítima de Fortaleza.

Tratar o efluente nas EEEs buscando a redução do gás (H₂S) e do sulfeto dissolvido no efluente ao longo da rede coletora até a Estação de Pré-Condicionamento – EPC.



Figura 1 – Localização das EEEs, PVs e EPC em Fortaleza-CE, Brasil.

3 I METODOLOGIA

3.1 Caracterização Do Processo

As EEEs são formadas por bombas hidráulicas e tanques que aumentam a pressão do líquido no sistema de captação do efluente na rede coletora de cota mais baixa para uma mais elevada e bombeiam até a EPC.

Justifica-se a utilização do biopolímero ionizado como medida remediadora para minimizar a emissão do gás sulfídrico e redução da concentração de sulfeto produzido pela biodegradação da matéria orgânica presente no esgoto, esse poluente acarreta fortes odores e impactos ambientais e sociais.

Além da inoculação de microrganismos adaptados para a estabilização do sistema, o produto ainda induz um processo de oxidação enzimática, eliminando gases odoríferos a partir do local de aplicação e promovendo no sistema de tratamento uma condição de degradação mais rápida.

Esta tecnologia está incluída nos chamados Processos Oxidativos Avançados (POA). Tais métodos visam “mineralizar” os poluentes, e converte-los em gás metano, CO_2 , H_2O e ácidos minerais. O processo ocorre rigorosamente à temperatura ambiente e produz intermediários altamente reativos, de elevado potencial de oxidação, que atacam e destroem os compostos poluentes.

3.2 Caracterização Do Produto

O produto é natural, não tóxico, não corrosivo. É uma suspensão líquida composta por “biopolímeros ionizados” com propriedades estruturais e funcionais para sintetizar novos produtos no campo da Biotecnologia Mineral, com altas repercussões em vários campos da bioengenharia.

Contém diferentes substâncias dissolvidas tanto orgânicas e inorgânicas com elevada solubilidade em solventes polares, parcialmente solúveis e em solventes apolares. Possui alta concentração de espécies cromóforas como reagente específico para degradar a matéria orgânica e reduzir odores. Sua composição é essencialmente matéria orgânica, elaborada via fermentação/ respiração através da utilização de catalisadores a partir de enzimas (amilase, lipase, protease, oxidase, redutase, etc.), coenzimas, cofatores, bactérias do gênero *Bacillus*.

Em relação aos seus constituintes básicos podemos enfatizar os seguintes componentes e aspectos físico-químicos:

Apresentação: Solução aquosa com coloração marrom castanho, odor moderado característico, temperatura de atuação: entre 15°C e 40° C, massa específica (g/cm³): 0,9998, parcialmente solúvel em água, pH: 6,81, faixa de atuação em pH: 4,0 a 10,0, estabilidade: 1 ano, não tóxico, não cáustico, não corrosivo, não volátil, não inflamável, ponto de fulgor não observado até a temperatura de 97°C.

O REMEDIADOR não apresenta em sua composição microrganismos geneticamente modificados nem patogênicos.

3.3 Desenvolvimento

A **duração** do tratamento foi de 45 dias (em média), iniciando na primeira semana de março/18, e se estendeu até maio de 2018.

BIOPOLÍMERO				
ESTAÇÃO	Q méd. (L/s)	Dose mL/m ³	Vazão dil. (mL/min)	Dosagem (L/dia)
EEE PF II	300	3,85	350	100
EEE SD II	900	2,5	350	220
EEE PAJEÚ	1200	2,5	350	280

Tabela 1: Planilha de dosagem do biopolímero nas estações.

Diariamente, o biorremediador foi diluído em um reservatório d'água de 500L, posicionada próxima ao poço de sucção de bombeamento, após a desarenação, e aplicado diretamente no efluente por gotejamento na vazão calculada para 24 horas (ver tabela 02), a dosagem inicial do biorremediador variou de 2,5 a 3,85 ml para cada m³ de efluente, mas segundo o fabricante poderia ser reduzida para 1,85 ppm após a estabilização. Todo o projeto foi orientado e acompanhado por um técnico da empresa fabricante do produto.

3.4 Coleta De Amostras

Foi contratado um laboratório do Instituto Federal do Ceará para realizar as análises laboratoriais e apresentar laudo técnico com resultados. As amostras foram

devidamente coletadas e preservadas por um profissional capacitado, acompanhado de técnicos responsáveis pelo monitoramento.

PARÂMETRO	MÉTODO
Óleos e Graxas	SM 5520 D e E
Sulfeto	SM 4500 D. 4-175
Sulfato	SM 4500 E
H2S	Eletrométrico, Analisadores eletroquímicos de Sulfeto Modelo: Drager x-am 5600 e Gas Alert Max XT II

Tabela 2: Descrição dos parâmetros e metodologia;

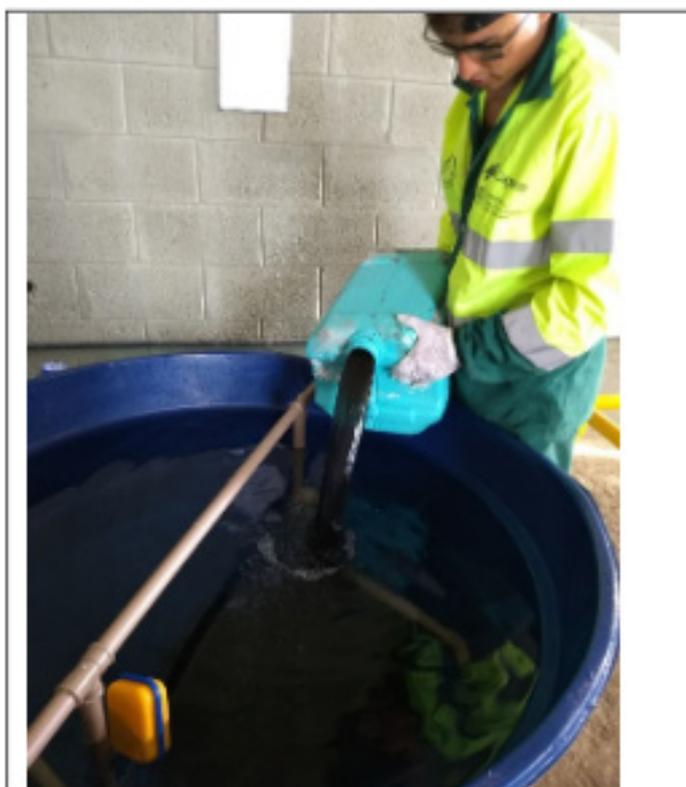


Figura 2 – Preparação da solução biorremediadora na EEE;

4 | RESULTADOS

No tratamento aplicado nas estações elevatórias de esgoto, foram obtidos os seguintes resultados:

DATA DA COLETA: 22/03/18							
LOCAL	Horário da coleta	Sulfeto Total (ppm)	Sulfeto Gasoso (ppm)	Sulfato (ppm)	Óleos e graxas (ppm)	T (°C)	pH
EEE SD II	10:12h	2,29	4,5	64,9	203	31,1	7,0

PV - Av. Leste Oeste	11:33h	1,5	222	75,8	30,9	31,3	7,0
EEE PAJEÚ	13:20h	2,56	18	87,6	62,4	31,4	7,0
EPC - Estação de Pré Condicionamento	11:00h	1,29	515	79,1	47,9	31,5	7,0
EEE PF II	12:37h	7,03	1,6	66,2	32,2	31,7	7,0
PV - Rua Frei Mansueto/ Rua da Paz	12:02h	0,73	242	29,3	26,3	32,2	7,0

Tabela 3: Parâmetros e resultados da coleta em março/18 aprox. 15 dias de tratamento com biorremediador;

Fonte: Laboratório de Tecnologia Química, IFCE.



Figuras 3 e 4: Coleta de amostras na EPC e Estações Elevatórias de Esgoto. Data: 22/03/18;

DATA DA COLETA: 17/05/18

LOCAL	Horário da coleta	Sulfeto Total (ppm)	Sulfeto Gasoso (ppm)	Sulfato (ppm)	Óleos e graxas (ppm)	T (°C)	pH
EEE SD II	10:00h	0,12	ND	56,7	87,8	30,5	8,0
PV - Av. Leste Oeste	14:55h	1,23	41,8	63,7	94,5	30,7	7,9
EEE PAJEÚ	11:25h	0,34	60,6	84,6	97,2	30,5	8,0
EPC - Estação de Pré Condicionamento	11:45h	0,15	338	57,2	46,8	31,1	8,0
EEE PF II	14:10h	0,33	ND	57	84	30,3	7,9

Tabela 4: Parâmetros e resultados da coleta em maio/18 após 45 dias de tratamento com Biopolímero.

Fonte: Laboratório de Tecnologia Química, IFCE.

Sulfeto Gasoso - Comparativo

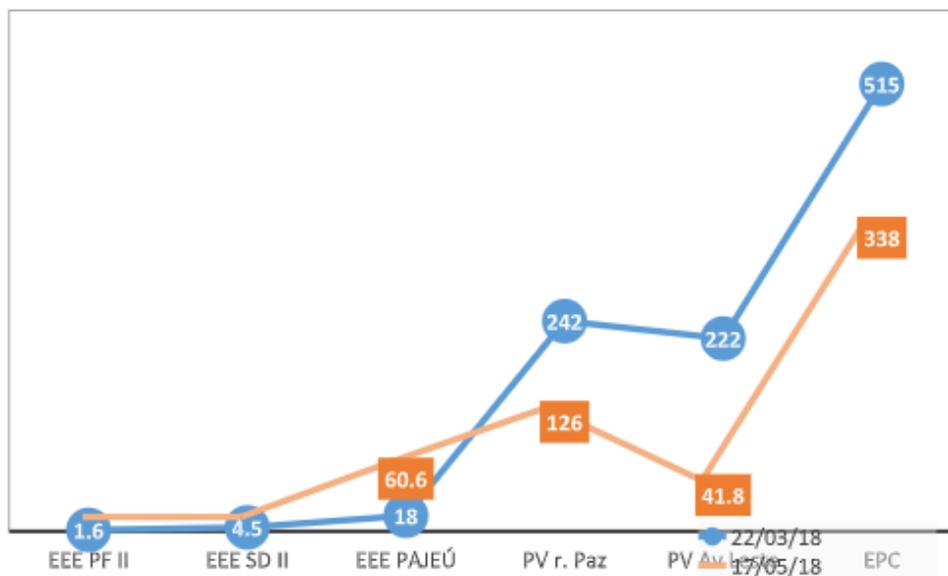


Figura 5: gráfico com os resultados obtidos de sulfeto gasoso (em ppm) nas medições realizadas em março/18 e maio/18. . – ND(Não detectado)

Sulfeto Gasoso (ppm)	EEE PF II	PV r. Paz
22/03/2018	1,6	242
17/05/2018	0	126
REDUÇÃO	100,0%	47,9%

Sulfeto Total (ppm)	EEE PF II	PV r. Paz
22/03/2018	7,03	0,73
17/05/2018	0,33	0,66
REDUÇÃO	95,3%	9,6%

Sulfeto Gasoso (ppm)	EEE SD II	PV Av Leste
22/03/2018	4,5	222
17/05/2018	0	41,8
REDUÇÃO	100,0%	81,2%

Sulfeto Total (ppm)	EEE SD II	PV Av Leste
22/03/2018	2,29	1,5
17/05/2018	0,12	1,23
REDUÇÃO	94,8%	18,0%

Sulfeto Gasoso (ppm)	EEE PAJEÚ	EPC
22/03/2018	18	515
17/05/2018	60,6	338
REDUÇÃO	-236,7%	34,4%

Sulfeto Total (ppm)	EEE PAJEÚ	EPC
22/03/2018	2,56	1,29
17/05/2018	0,34	0,15
REDUÇÃO	86,7%	88,4%

Tabela 5: Resumo dos resultados obtidos pelo IFCE após o termino do tratamento;

5 | CONCLUSÕES

Diante do objetivo proposto no trabalho, obteve-se resultados satisfatórios no que se refere à redução da concentração do gás sulfídrico e do sulfeto dissolvido nos pontos de aplicação (EEE) e ao longo da rede coletora até a EPC. Observe que não foi possível fazer medições antes do início da aplicação do biorremediador, sendo a primeira medição realizada com aproximadamente 15 dias de aplicação, colhendo resultados com significativa redução nos parâmetros analisados, o que ficou comprovado quando comparado a EEE Pajeú onde houve aumento do gás sulfídrico devido à falta de aplicação do produto por aproximadamente 12 dias antes da segunda medição.

Na EEE SD II a concentração do gás reduziu de 4,5 ppm (em março/18) à 0 ppm, ou seja, o H_2S não foi detectado pela sonda, considerando eficiência de 100%. E o sulfeto reduziu de 2,29 ppm para 0,12 ppm, cerca de 94,8%. No PV da Av. Leste Oeste, foi medida uma concentração de gás na ordem de 222 ppm inicialmente, vindo a reduzir para 41,8 ppm após 45 dias de tratamento, resultando na eficiência de 81,2%. Também houve uma redução de 18,0% em relação ao sulfeto do efluente que reduziu de 01,5 para 1,23 ppm.

O tratamento aplicado na EEE PF II apresentou resposta positiva, onde também não foi detectado o gás pelo equipamento de medição, a concentração do gás sulfídrico reduziu de 1,6 ppm (em março/18) à 0 ppm. Na análise de sulfeto, os resultados também foram satisfatórios, reduzindo de 7,03 ppm para 0,33 ppm com 95,3% de eficiência. Em relação ao PV localizado no cruzamento das ruas Frei Mansueto e Rua da Paz, verificou-se uma concentração de gás sulfídrico na ordem de 126 ppm, diminuindo cerca de 48% em relação à primeira coleta (em março/18) que foi de 242 ppm. Também houve uma pequena melhora de 9,6% em relação ao sulfeto do efluente que reduziu de 0,73 para 0,66 ppm.

Houve também uma diminuição bastante satisfatória na medição realizada no PV localizado na EPC, onde detectou-se uma concentração de gás sulfídrico de 515 ppm (em março/18), reduzindo para 338 ppm (em maio/18) com eficiência de 34,4%. Para sulfeto, obteve-se uma redução da concentração de 1,29 ppm para 0,15 ppm, equivalente a 88,4%.

Já na EEE Pajeú, obtivemos um resultado parcial, pois a frequência da aplicação do produto foi interrompida por conta da falta de reposição do estoque das bombonas em tempo hábil, entre outros motivos, comprometendo a eficiência do tratamento. No momento da coleta, dia 17/05/18, não estava havendo aplicação, portanto estava há 12 ou mais dias sem aplicação, o ambiente apresentava mau odor com concentração de 60,6 ppm, comparando com 18 ppm (em março/18) observamos um aumento considerável. Porém a concentração do sulfeto no efluente reduziu em 86,7% passando de 2,56 ppm (março) para 0,34 ppm.

Ressalta-se que, para manter o equilíbrio no meio ambiente e reduzir os efeitos

da emissão do gás sulfídrico sentidos pela população e pelos operadores das estações em termos de segurança ocupacional, faz-se necessário dar continuidade a aplicação do biorremediador e comprometer-se obedecendo a frequência diária sem interrupções.

O ocorrido na EEE Pajeú em relação as demais EEEs demonstra que o biorremediador opera de duas formas, uma no curto prazo, diária, reduzindo os odores provenientes do gás sulfídrico e outra a longo prazo, onde o biopolímero induz a criação de um biofilme ao longo da rede de esgotamento onde há a redução do sulfeto dissolvido, e também reduzindo as incrustações nas redes e grades de bombas das elevatórias, desta forma reduz também as manutenções preventivas e corretivas.

Constatou-se que os objetivos foram atingidos ficando demonstrado a viabilidade do uso do biorremediador, na melhoria da eficiência na redução de odores ofensivos provocados pelo gás sulfídrico, chegando a eliminar por completo a detecção deste gás, e também a redução do sulfeto dissolvido no efluente, e conseqüentemente diminuindo a corrosão das tubulações na rede coletora de esgoto e demais equipamentos das Estações de Tratamento e ou Elevatórias. Podendo ser considerada uma excelente ferramenta para eliminar os odores provenientes do efluente sanitário com aplicação direta, baixo custo, sem a necessidade de equipamentos sofisticados e de manutenção dispendiosas.

REFERÊNCIAS

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. < <https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/> >. Acesso em 26 de agosto de 2018;

EMBRALM – Empresa Brasileira de Biotecnologia Mineral Ltda. Disponível em: < <http://embralm.hospedagemdesites.ws/> >. Acesso em 03 de agosto de 2018;

Hobson, P. N., Wheatley, A., **Anaerobic Digestion: Modern Theory and Practice**. Elsevier Applied Science. London; New York, 1993.

Mainier F. B., M. R. Rodriguez, **H₂S: um problema de corrosão, segurança, meio ambiente ou uma fonte de enxofre de alta pureza**. Anais: 5º Congresso Brasileiro de Petróleo, Rio de Janeiro, 1994, 12p;

Mainier F. B., **Sulfeto de hidrogênio: Rotas de aproveitamento industrial frente aos problemas de corrosão e contaminação ambiental**. Anais: 11º Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Rio de Janeiro, Setembro, 1996;

Wani, A. H. Lau A. K., Branion R. M. R., - **Biofiltration control of pulping odors – hydrogen sulfide: performance, macrokinetics and coexistence effects of organo – sulfur species**. J. Chem. Technol. Biotechnol. V.74, p.9-16, 1999.

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. com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9378-1456>

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

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

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

