

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Geisa Mayana Miranda de Souza
Ana Carolina Sousa Costa
(Organizadoras)



Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade 2

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Geisa Mayana Miranda de Souza
Ana Carolina Sousa Costa
(Organizadoras)

Meio Ambiente: Inovação com
Sustentabilidade
2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª 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
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
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. 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. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª 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 Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
M514	<p>Meio ambiente: inovação com sustentabilidade 2 [recurso eletrônico] / Organizadoras Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Geisa Mayana Miranda de Souza, Ana Carolina Sousa Costa. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente. Inovação com Sustentabilidade; v. 2)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-646-1 DOI 10.22533/at.ed.461190110</p> <p>1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio ambiente – Preservação. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da. II. Souza, Geisa Mayana Miranda de. III. Costa, Ana Carolina Sousa. IV. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 363.7</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Meio Ambiente Inovação com Sustentabilidade*” engloba 58 trabalhos científicos, que ampliam o conceito do leitor sobre os ecossistemas urbanos e as diversas facetas dos seus problemas ambientais, deixando claro que a maneira como vivemos em sociedade impacta diretamente sobre os recursos naturais.

A interferência do homem nos ciclos da natureza é considerada hoje inequívoca entre os especialistas. A substituição de combustíveis fósseis, os disseminadores de gases de efeito estufa, é a principal chave para resolução das mudanças climáticas. Diversos capítulos dão ao leitor a oportunidade de refletir sobre essas questões.

Dois grandes assuntos também abordados neste livro, interessam bastante ao leitor consciente do seu papel de cidadão: Educação e Preservação ambiental que permeiam todos os demais temas. Afinal, não há consciência ecológica sem um árduo trabalho pedagógico, seja ele em ambientes formais ou informais de educação.

A busca por análises históricas, métodos e diferentes perspectivas, nas mais diversas áreas, as quais levem ao desenvolvimento sustentável do planeta é uma das linhas de pesquisas mais contempladas nesta obra, que visa motivar os pesquisadores de diversas áreas a estudar e compreender o meio ambiente e principalmente a propor inovações tecnológicas associadas ao desenvolvimento sustentável.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Geisa Mayana Miranda de Souza
Ana Carolina Sousa Costa

SUMÁRIO

IV. AVALIAÇÕES AMBIENTAIS

CAPÍTULO 1	1
QUANTIFICAÇÃO DE ANTOCIANINAS TOTAIS PRESENTES NAS FLORES DE ESPÉCIES VEGETAIS	
Mayara Marques Lima	
Jessica Neves da Silva de Almeida	
Wallison Pires da Cruz	
Marconiel Neto da Silva	
Rosemary Maria Pimentel Coutinho	
DOI 10.22533/at.ed.4611901101	
CAPÍTULO 2	10
MAPEAMENTO E DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA DE MANGUEZAIS ATRAVÉS DE IMAGENS DE SATÉLITE E DADOS DENDOMÉTRICOS NO MUNICÍPIO DE ALCÂNTARA-MA	
Alexsandro Mendonça Viegas	
André Luís Silva dos Santos	
Bruno Cesar Pereira Costa	
Venerando Eustáquio Amaro	
DOI 10.22533/at.ed.4611901102	
CAPÍTULO 3	18
ATIVIDADE CATALÍTICA DA FERRITA DE COBALTO NA DEGRADAÇÃO DE CORANTE EM REAÇÃO FENTON SOB LUZ SOLAR E VISÍVEL	
Jivago Schumacher de Oliveira	
Edson Luiz Foletto	
Lara Tubino Trzimajewski	
Matias Schadeck Netto	
DOI 10.22533/at.ed.4611901103	
CAPÍTULO 4	26
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO TOCANTINS AS MARGENS DA CIDADE DE CAMETÁ, NORDESTE DO PARÁ	
Claudio Farias de Almeida Junior	
Adria Beatriz Raiol de Oliveira	
Ana Clara Almeida dos Santos	
Ronaldo Pimentel Ribeiro	
Márcia de Almeida	
Marcos Antônio Barros dos Santos	
Tatiane Farias de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.4611901104	
CAPÍTULO 5	36
AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE NIVELAMENTO NA DETERMINAÇÃO DO VOLUME DE SOLO	
Vagner Pereira do Nascimento	
Luiz Sérgio Vanzela	
Elaine Cristina Siqueira	
DOI 10.22533/at.ed.4611901105	

CAPÍTULO 6 50

BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICOS E BIOLÓGICOS EM DOIS RIOS PERTENCENTES A BACIA DO RIO PARANAÍBA

Carine de Mendonça Francisco
Camilla de Oliveira Rezende
Eveline Cintra Aparecida Smanio
Sandra Morelli
Luiz Alfredo Pavanin
Boscolli Barbosa Pereira

DOI 10.22533/at.ed.4611901106

CAPÍTULO 7 59

DESCARTES DE DESCRITORES DA PARTE AÉREA DE JAMBU [*Acmella oleracea* (L.) R. K. JANSEN]

Dalcirlei Pinheiro Albuquerque
Davi Henrique Lima Teixeira
Débora Souza Mendes
Antonio Maricélio Borges de Souza
Francisca Adaila da Silva Oliveira
Deivid Lucas de Lima da Costa
Luã Souza de Oliveira
Maria Lidiane da Silva Medeiros
Thaiana de Jesus Vieira de Assis
Maria Denise Mendes de Pina
Gabriela Cristina Nascimento Assunção
Ana Helena Henrique Palheta

DOI 10.22533/at.ed.4611901107

CAPÍTULO 8 69

DIVERSIDADE DA FAUNA EPÍGEA SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS NO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ

Sandra de Santana Lima
Wilbert Valkinir Cabreira
Rafaele Gonçalves da Silva
Rafaela Martins da Silva
Raissa Nascimento dos Santos
Dougath Alves Corrêa Fernandes
Marcos Gervasio Pereira

DOI 10.22533/at.ed.4611901108

CAPÍTULO 9 81

AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE PENMAN-MONTEITH PARA ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NAS CIDADES DE CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA E PLACAS NO ESTADO DO PARÁ

Maria do Bom Conselho Lacerda Medeiros
Jocilene Teixeira do Nascimento
Valdeides Marques Lima
Fabio Peixoto Duarte
William Lee Carrera de Aviz
Wellington Leal dos Santos
Karen Sabrina Santa Brígida de Brito
Bianca Cavalcante da Silva

Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza
Joaquim Alves de Lima Júnior
Luciana da Silva Borges

DOI 10.22533/at.ed.4611901109

V. EDUCAÇÃO

CAPÍTULO 10 89

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O ENSINO DA MATEMÁTICA: O LÚDICO COMO RECURSO PEDAGÓGICO

Ney Cristina Oliveira
Nayla Gonçalves da Silva
Verena Cristina Ribeiro Cavalcante
Janise Maria Monteiro Rodrigues Viana
Aldo Moreira Tenório

DOI 10.22533/at.ed.46119011010

CAPÍTULO 11 96

JOGO INTERDISCIPLINAR PARA ABORDAR MEIO AMBIENTE NO ENSINO MÉDIO

Danilo Melle de Proença
Marina Farcic Mineo

DOI 10.22533/at.ed.46119011011

CAPÍTULO 12 101

A IMPORTÂNCIA DE MEDIDAS EDUCATIVAS NA GESTÃO DE RESÍDUOS

Vitor de Faria Alcântara
Maria Lúcia Vieira de Britto Paulino
Julielle dos Santos Martins
Michella Grey Araújo Monteiro
Mayara Andrade Souza
Thiago José Matos Rocha
Jessé Marques da Silva Júnior Pavão
Joao Gomes da Costa
Aldenir Feitosa dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.46119011012

CAPÍTULO 13 108

EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA REFLEXÃO INTERDISCIPLINAR DE ALUNOS DO 6º ANO

Nayla Gonçalves da Silva
Verena Cristina Ribeiro Cavalcante
Andrea Cristina Rodrigues de Souza
Ney Cristina Oliveira
Janise Maria Monteiro Rodrigues Viana

DOI 10.22533/at.ed.46119011013

CAPÍTULO 14 114

ENSINO X SAÚDE PÚBLICA: CONSCIENTIZAÇÃO DA DOENÇA DE CHAGAS NAS ESCOLAS DA REDE PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE CASTANHAL, PA

Stefany Barros Pereira
Nathalia Silva Felix
Glacijane Barrozo da Costa

Sabrina Santos de Lima

DOI 10.22533/at.ed.46119011014

CAPÍTULO 15 121

PERCEPÇÃO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO PEDAGÓGICO

Rosária Oliveira da Silva

Fernanda Galdino da Silva

DOI 10.22533/at.ed.46119011015

CAPÍTULO 16 127

**AVALIAÇÃO DA RECEPTIVIDADE DE ALUNOS DE UM CURSO DE MEIO AMBIENTE
A AULAS INTEGRADAS COM A BASE COMUM**

Renan Coelho de Vasconcellos

Ivanildo de Amorim Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.46119011016

VI. HISTÓRIA AMBIENTAL

CAPÍTULO 17 132

**A QUESTÃO AMBIENTAL PRESENTE NOS FANZINES PUNKS BRASILEIROS
(DÉCADA DE 1980)**

Gustavo dos Santos Prado

DOI 10.22533/at.ed.46119011017

CAPÍTULO 18 145

**TOMBAMENTO DE BEM PARTICULAR DOTADO DE RELEVÂNCIA HISTÓRICO-
CULTURAL E O DIREITO À INDENIZAÇÃO**

Rodrigo Silva Tavares

Flávio Reis dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.46119011018

CAPÍTULO 19 153

**REFLEXOS DA HISTÓRIA FEIRENSE: FEIRA DE SANTANA NARRADA ATRAVÉS
DOS SEUS ESPELHOS D'ÁGUA**

Natane Brito Araujo

Marcos Vinícius Andrade Lima

Marjorie Cseko Nolasco

DOI 10.22533/at.ed.46119011019

VII. SUSTENTABILIDADE

CAPÍTULO 20 165

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: REALIDADE OU UTOPIA?

Elisa Parreira Darim

Adryelly Moreira Tavares

Lucas Lopes Ribeiro

Taynara Aparecida Pires de Sá

Thiago Prudente de Macêdo

Patrícia Correa de França Fonseca

João Carlos Mohn Nogueira

DOI 10.22533/at.ed.46119011020

CAPÍTULO 21	173
AGUÇANDO A CRITICIDADE E A SUSTENTABILIDADE EM ESPAÇO NÃO-FORMAL COM O UTILIZAÇÃO DE TRILHAS ORIENTADAS	
Cisnara Pires Amaral Ricardo Cancian Nathália Quaiatto Félix	
DOI 10.22533/at.ed.46119011021	
CAPÍTULO 22	183
NOVAS TECNOLOGIAS PARA EXTRAÇÃO DA MADEIRA NATIVA BRASILEIRA	
Orlando Saldanha Denise Regina da Costa Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.46119011022	
CAPÍTULO 23	203
INOVAÇÃO LEGISLATIVA NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	
Gustavo Alves Balbino Luís Sérgio Vanzela	
DOI 10.22533/at.ed.46119011023	
CAPÍTULO 24	210
A PRÁTICA DA COMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA PARA A FERTILIZAÇÃO DO SOLO NO PLANTIO DE HORTALIÇAS	
Wilson Câmara Frazão Neto Gleidson Silva Soares João Raimundo Alves Marques	
DOI 10.22533/at.ed.46119011024	
CAPÍTULO 25	219
DESENVOLVIMENTO DE CARVÃO ATIVO A PARTIR DE REJEITOS DE CURTUME E DE PET VISANDO A REMEDIAÇÃO	
Carolina Doricci Guilherme André Augusto Gutierrez Fernandes Beati Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena Grazielle Aparecida da Silva Raimundo Chaiene Nataly Dias Luciane de Souza Oliveira Valentim Alexandre José de Oliveira Filho	
DOI 10.22533/at.ed.46119011025	
CAPÍTULO 26	230
DESENVOLVIMENTO DE SIGWEB PARA O MUNICÍPIO DE FERNANDÓPOLIS-SP	
Ubiratan Zakaib do Nascimento Luiz Sérgio Vanzela	
DOI 10.22533/at.ed.46119011026	
CAPÍTULO 27	237
ELABORAÇÃO DE PRODUTOS DE LIMPEZA ECOLÓGICOS E SACHES AROMATIZANTES COM ESSÊNCIAS NATURAIS DO PARÁ	
Luciana Otoni de Souza	

Ana Lúcia Reis Coelho
Daiane Monteiro dos Santos
Danilo Fanjas de Oliveira
Helena Ivanis Pantoja Barata
Ronilson Freitas de Souza

DOI 10.22533/at.ed.46119011027

CAPÍTULO 28 247

REAPROVEITAMENTO DE ÓLEO VEGETAL RESIDUAL NA PRODUÇÃO DE SABÃO ECOLÓGICO NO MUNICÍPIO DE SANTA IZABEL DO PARÁ

Luciana Otoni de Souza
Aldeise Pereira de Souza
Aldelise Rodrigues De Souza
Beathriz Cristina Pereira Barroso
Ronilson Freitas de Souza

DOI 10.22533/at.ed.46119011028

CAPÍTULO 29 256

O USO DO CARVÃO ATIVADO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS NA PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO UTILIZADO NA REMOÇÃO DE ALUMÍNIO DA ÁGUA DE POÇOS ARTESIANOS

Mateus Alho Maia
Jonas de Brito Campolina Marques
Breno Bragança Viana
Rilton Marreiros Fernandes
Samanta Alho Trindade
Jamille de Fátima Aguiar de Almeida Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.46119011029

CAPÍTULO 30 263

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE GELEIA DE ABACAXI, ELABORADA A PARTIR DA PECTINA DO MARACUJÁ E COMERCIAL

Jean Santos Silva
Rayra Evangelista Vital
Aldejane Vidal Prado
Raiane Gonçalves dos Santos
Gerlainny Brito Viana
Rafael Vitti Mota

DOI 10.22533/at.ed.46119011030

CAPÍTULO 31 273

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE *NUGGETS* DE FRANGO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE QUIRERA DE ARROZ (*Oryza Sativa* L.)

Rayra Evangelista Vital
Aldejane Vidal Prado
Raiane Gonçalves dos Santos
Gerlainny Brito Viana
Mailson Furtado Teixeira
Jean Santos Silva
Carmelita de Fátima Amaral Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.46119011031

CAPÍTULO 32	281
COOPERATIVAS AGRÍCOLAS PARAENSES: DIFICULDADES DE CONSOLIDAÇÃO NO MERCADO	
Ana Yasmin Gonçalves Santos	
Ana Carolina Maia de Souza	
Beatriz Guerreiro Holanda Silva	
Vinicius Oliveira Amâncio	
Helder da Silva Aranha	
DOI 10.22533/at.ed.46119011032	
SOBRE AS ORGANIZADORAS	290
ÍNDICE REMISSIVO	291

ATIVIDADE CATALÍTICA DA FERRITA DE COBALTO NA DEGRADAÇÃO DE CORANTE EM REAÇÃO FENTON SOB LUZ SOLAR E VISÍVEL

Jivago Schumacher de Oliveira

Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Santa Maria – RS, Brasil

Edson Luiz Foletto

Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Santa Maria – RS, Brasil

Lara Tubino Trzimajewski

Universidade Franciscana, Santa Maria – RS, Brasil

Matias Schadeck Netto

Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Santa Maria – RS, Brasil

RESUMO: Este trabalho tem como principal objetivo sintetizar a ferrita de cobalto e utilizá-la como catalisador Foto-Fenton, afim de avaliar a remoção da cor e mineralização do corante vermelho Amaranato, sob radiação solar e lâmpada de luz visível. As partículas de ferrita de cobalto (CoFe_2O_4) foram sintetizadas através da rota solvotérmica e caracterizadas por difração de raios-X (DRX), BET e por isotermas de adsorção/dessorção de N_2 . A atividade catalítica foi avaliada através da remoção da cor e do carbono orgânico total (COT) do corante quando exposto à ambas fontes de radiação. Os resultados de caracterização mostraram a formação da ferrita de cobalto de

fase única (CoFe_2O_4), com estrutura cristalina e área superficial de $116 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$. Verificou-se que a remoção de cor do corante Vermelho Amaranato foi maior na luz solar (92%) que na luz visível (33%) em 30 min. Nas mesmas condições, também houve maior remoção de carbono orgânico total, na luz solar com 72% e na luz visível 53% em 4h. Portanto, a ferrita de cobalto apresenta-se como um material promissor para uso na reação de Foto-Fenton sob radiação solar e luz visível para a degradação de poluentes orgânicos em soluções aquosas principalmente corantes.

PALAVRAS-CHAVE: Ferrita de cobalto. Foto-Fenton Heterogêneo. Vermelho Amaranato.

CATALYTIC ACTIVITY OF COBALT FERRITE ON DEGRADATION OF DYE IN FENTON REACTION UNDER SUNLIGHT AND VISIBLE

ABSTRACT: This work has as main objective to synthesize the cobalt ferrite and to use it as a Photo-Fenton catalyst, in order to evaluate the color removal and mineralization of Amaranato red dye, under solar radiation and visible light lamp. The cobalt ferrite particles (CoFe_2O_4) were synthesized through the solvothermic route and characterized by X-ray diffraction (XRD), BET and adsorption / desorption isotherms of N_2 . The catalytic activity was evaluated by removing the color and total organic carbon (TOC) of the dye when exposed to both sources of radiation. The

characterization results showed the formation of single phase cobalt ferrite (CoFe_2O_4), with crystalline structure and surface area of $116 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$. It was found that the color removal of Amaranto Red dye was higher in sunlight (92%) than in visible light (30%) in 30 min. Under the same conditions, there was also greater removal of total organic carbon, in sunlight with 72% and in visible light 53% in 4h. Therefore, cobalt ferrite presents as a promising material for use in the photo-Fenton reaction under solar radiation and visible light for the degradation of organic pollutants in aqueous solutions mainly dyes.

KEYWORDS: Cobalt ferrite. Photo-Fenton Heterogeneous. Amaranto Red.

1 | INTRODUÇÃO

O lançamento de águas residuárias contendo corantes orgânicos sintéticos, causam sérios danos à saúde humana e ao meio ambiente, devido à sua toxicidade e efeitos cancerígenos. A presença de corantes pode diminuir a penetração da luz nos corpos d'água e resultar na redução da fotossíntese e redução de oxigênio dissolvido, ameaçando a vida aquática (BABAEI et al. 2017; UMUT; DEMIRTAS 2015).

Os processos oxidativos avançados (POA's) têm sido bastante utilizados na degradação de corantes, pois são métodos destrutivos que se caracterizam pela geração de radicais hidroxilas ($\cdot\text{OH}$). Os radicais gerados são capazes de oxidar os compostos orgânicos presentes nas águas residuárias (ALEKSIĆ 2010).

Dentre os POA's, destaca-se a reação Fenton, conhecida por degradar poluentes recalcitrantes, sendo muito estudado devido à facilidade de operação, uso de reagentes de baixa toxicidade e alto desempenho de oxidação (CHAKINALA et al., 2008; CHU et al., 2012). Este processo baseia-se na reação de Fe (II) com H_2O_2 como oxidante para gerar os radicais hidroxila, mineralizando os contaminantes orgânicos presentes na água em CO_2 e H_2O (SHARMA et al).

Em comparação com o processo Fenton homogêneo, o uso de catalisadores contendo ferro em fase sólida, como os óxidos de ferro e estes suportados em outros materiais, são atraentes devido às vantagens que o processo apresenta, tais como a reciclagem e a facilidade de recuperação (WANG et al., 2010).

Os catalisadores heterogêneos Fenton, especialmente aqueles contendo óxidos de ferro, ou ferritas podem ter sua eficiência melhorada na presença de radiação UV-Vis, processo denominado foto-Fenton, devido à constante foto-redução de Fe^{+3} à Fe^{+2} e geração adicional dos radicais hidroxila, altamente reativos (GARRIDO-RAMÍREZ et al., 2010).

As ferritas, como a ferrita de cobalto, apresentam fórmula geral MFe_2O_4 , onde M representa um cátion metálico, são muito utilizadas como catalisadores heterogêneos devido ao fato de possuírem alta atividade catalítica, estrutura cristalina estável, solubilidade extremamente baixa e, especialmente, propriedade magnética para a

separação do meio reacional por um campo magnético (DU et al., 2016).

Neste trabalho pretende-se sintetizar a ferrita de cobalto e utilizá-la como catalisador foto-Fenton, afim de avaliar a remoção da cor e mineralização do corante vermelho Amaranço, sob radiação solar e lâmpada de luz visível.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Síntese do catalisador

A CoFe_2O_4 foi sintetizada a partir de uma rota solvotérmica, utilizando cloreto de cobalto ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) e cloreto férrico ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), razão estequiométrica de 1:2 = Co:Fe, como precursores. Etilenoglicol ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) foi utilizado como solvente. A solução foi preparada utilizando-se 4 mmol de cloreto de cobalto e 8 mmol de cloreto férrico, os quais foram dissolvidos em 120 mL de etilenoglicol, sob agitação, seguido da adição de 60 mmol de acetato de sódio ($\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Após, a solução foi transferida para autoclaves de inox revestidas com teflon, e submetidas a uma temperatura de 200 °C por 10 horas. Por fim, a CoFe_2O_4 foi lavada e seca a 80 °C.

2.2 Caracterização

As fases cristalinas presente no sólido formado foram determinadas empregando difração de raios-X (DRX). Os ensaios foram realizados em aparelho Rigaku modelo Miniflex 300, com radiação Cu K α ($\alpha = 1,5418 \text{ \AA}$), fonte de energia com 30 kV e 10 mA, com com passo de 0,03° (em 2 θ) e tempo de aquisição de 0,9 s. A área de superfície (BET) e o tamanho médio dos poros foram determinados pela técnica de adsorção/dessorção de nitrogênio através do equipamento Micromeritics ASAP 2020 a 77K. A quantidade de ferro dissolvido presente no fim da reação foi medida através da análise de um espectrofotômetro de absorção atômica de chama (Agilent Technologies, 200 series AA).

2.3 Ensaio fotocatalítico

A concentração utilizada do corante azo vermelho Amaranço (CAS n. 2611-82-7, $\text{C}_{20}\text{H}_{11}\text{N}_2\text{Na}_3\text{O}_{10}\text{S}_3$) foi de 75 ppm. Os experimentos foram realizados empregando uma relação de 0,5 g.L⁻¹ de catalisador em 100 mL de solução. O pH da solução foi ajustado para 3 utilizando solução de 0,1 M de H_2SO_4 . A solução foi mantida sob agitação no escuro até atingir o equilíbrio de adsorção. Logo, iniciou-se o processo foto-Fenton, adicionando 8 mmol.L⁻¹ de H_2O_2 e expondo o sistema à radiação da lâmpada espiral fluorescente (EMPALUX, 85W) e à luz solar. Todos os ensaios foram realizados em triplicata.

A eficiência da descoloração foi verificada em termos de redução da absorbância, no comprimento de onda de 520 nm (espectrofotômetro UV-visível, SP1105, BEL Photonics), determinada através da seguinte expressão:

$$ED \% = [(C_0 - C_t) / C_0] \times 100,$$

onde: C_0 é a concentração inicial de corante e C_t é concentração de corante tempo de reação t .

As medições carbono orgânico total (COT) foram realizadas usando um analisador de TOC-L CPH /CPN (Shimadzu). A eficiência na mineralização foi calculada pela equação:

$$\text{Remoção de carbono orgânico total} = [(COT_0 - COT_t) / COT_0] \times 100,$$

onde: COT_0 é a concentração inicial de corante e COT_t é concentração de corante tempo de reação t .

Os ensaios expostos à luz solar foram realizados na cidade de Santa Maria – RS (29° 41 '03 "S e 53° 48' 25" W) entre às 10:30 e 14:30h dos dias 10 a 12 do mês de outubro de 2017.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização

A Figura 1a apresenta os difratogramas de raios-X de $CoFe_2O_4$, onde podemos observar que houve a formação da fase única $CoFe_2O_4$, de acordo com o cartão JCPDS 22-1086, sem a presença de picos de qualquer outra fase. A Figura 1b apresenta as isotermas de adsorção/dessorção de nitrogênio e a distribuição de tamanho de poros da $CoFe_2O_4$. Na Figura 1b, observa-se que a isoterma da $CoFe_2O_4$ apresenta um acentuado loop de histerese, indicando um material com estrutura mesoporosa do tipo IV, de acordo com a classificação International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC).

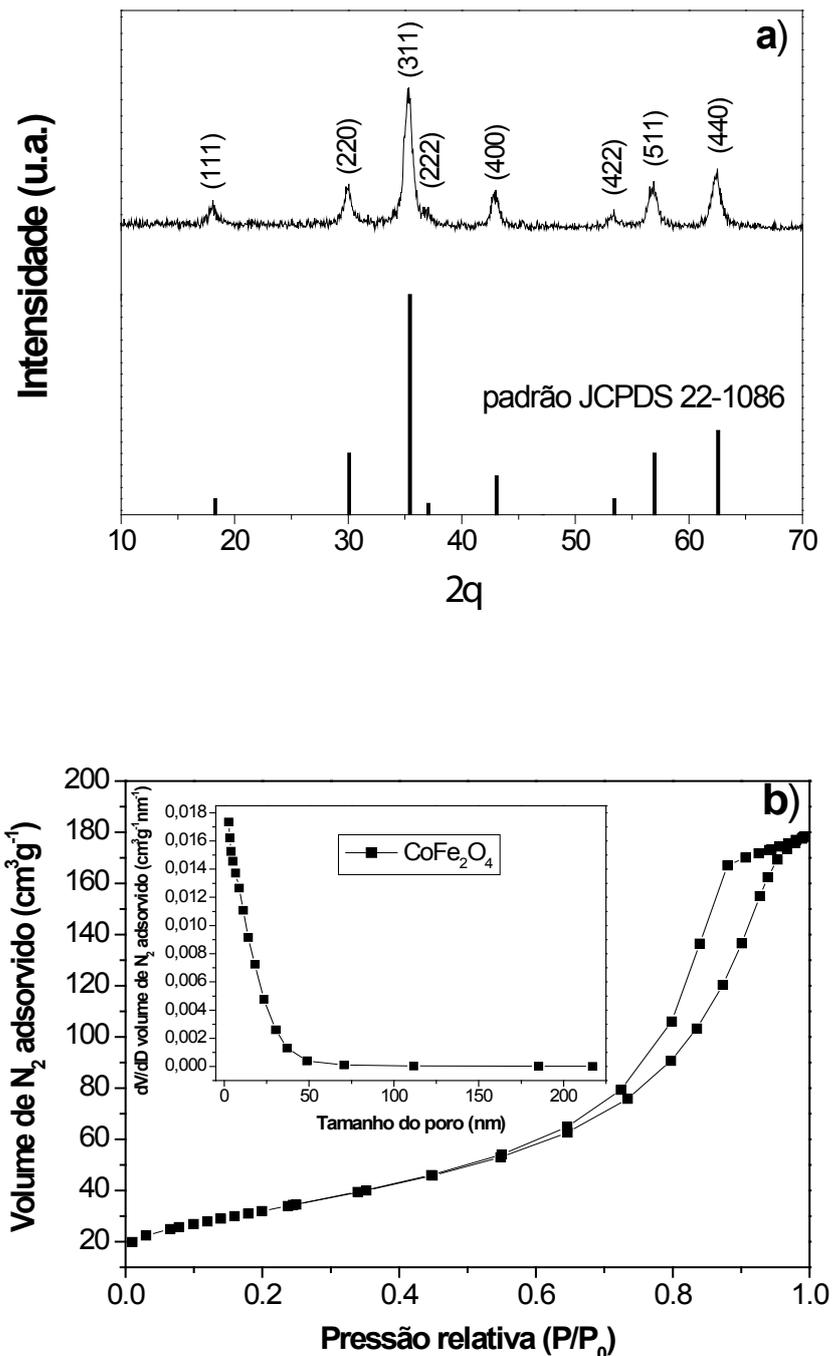


Figura 1 (a) Difração de raio X (b) isotermas de adsorção e dessorção de N_2 da CoFe_2O_4 .

Os dados das propriedades físicas foram obtidos pelos métodos BJH e BET a partir das isotermas de adsorção/dessorção de nitrogênio. A área superficial específica da CoFe_2O_4 obtida foi de $116 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, o volume total de poros $0,282 \text{ cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ e o diâmetro médio dos poros foi de $8,88 \text{ nm}$. As reações catalíticas são favorecidas por uma estrutura mesoporosa com alta área superficial, tal como encontrado na ferrita produzida, uma vez que estas ocorrem na superfície do material, e os mesoporos contribuem para o aumento da área.

A Figura 2 ilustra as partículas do material atraída por um ímã, confirmando suas

propriedades magnéticas, as quais podem ser facilmente separadas por um campo magnético da solução a ser degradada.

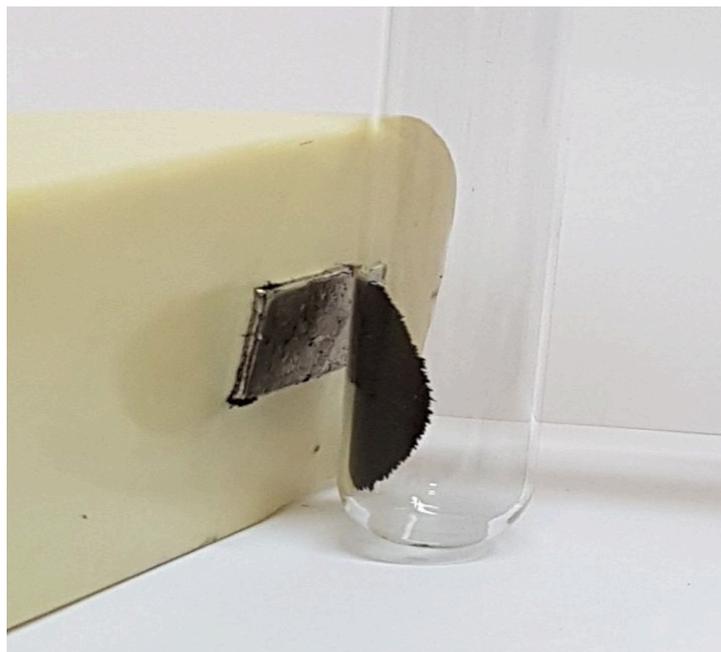


Figura 2 Partículas de Ferrita de cobalto sendo atraídas por um imã.

3.2 Atividade catalítica

A Figura 3 apresenta os resultados da eficiência de descoloração da CoFe_2O_4 para a solução de corante Amaranto, na presença de irradiação artificial visível e na presença de luz solar. Cabe ressaltar que ensaios preliminares realizados sob a condição Fenton (presença de catalisador, peróxido de hidrogênio e ausência de radiação) apresentaram eficiências desprezíveis, com cerca de 4% de remoção de cor.

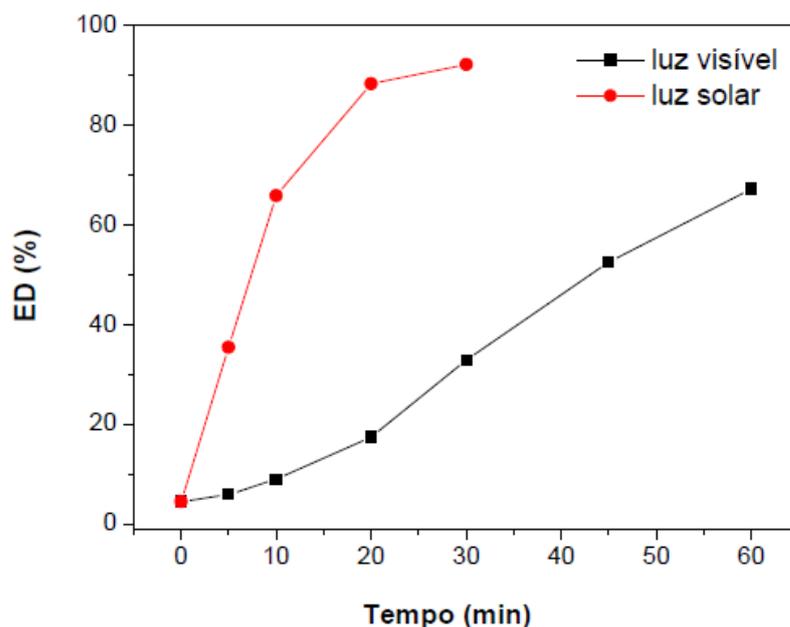


Figura 3 Eficiência de descoloração da solução de vermelho Amaranto sob luz visível e solar.

Para ambas fontes de radiação, a adsorção do corante pela ferrita de cobalto foi mínima (4%). A remoção da cor do corante vermelho Amarantho quando exposto à luz solar foi de 92% em apenas 30 min. Quando o sistema foi exposto à luz visível da lâmpada, em 60 min a remoção de cor foi de 67%. A utilização da radiação solar promoveu um ganho na atividade catalítica em relação à luz visível.

A Fig. 4 apresenta os resultados da remoção de COT para o catalisador irradiado sob luz solar e visível. A remoção de carbono orgânico total foi ligeiramente mais eficiente quando o sistema foi exposto à luz solar (72%). Acredita-se que essa melhora na eficiência do catalisador frente à radiação solar seja devido à esta possuir um amplo espectro de radiação, além de radiações mais intensas que a radiação visível apresentada pela lâmpada.

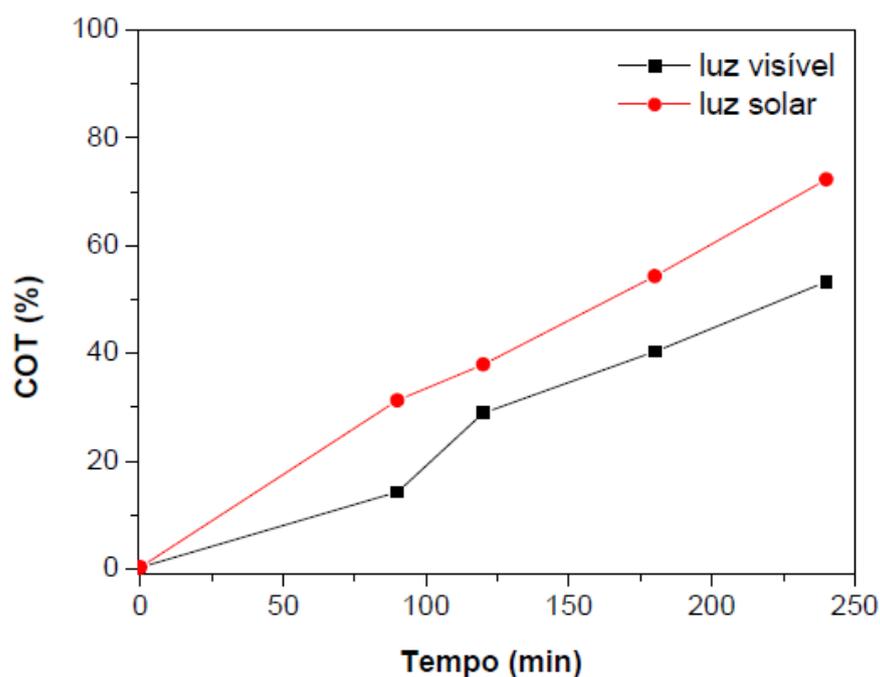


Fig. 4. Eficiência de remoção de COT da solução de vermelho Amarantho sob luz visível e solar.

Devido à reação Fenton ser operada em pH ácido (abaixo de 3), os íons ferrosos podem ser lixiviados para a solução durante a reação. Dessa forma, esse elemento foi monitorado por espectrometria de absorção atômica de chama a fim de avaliar a estabilidade dos catalisadores. Os valores de ferro encontrados foram muito baixos, entorno de $0,45 \text{ mg.L}^{-1}$, mesmo após 240 min de reação, o que está dentro do permitido para efluentes conforme determinação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 430/2011, que permite o lançamento de ferro em efluentes de até 15 ppm.

4 | CONCLUSÃO

A ferrita de cobalto (CoFe_2O_4) foi sintetizada via solvotermal e sua formação

foi confirmada pela difração de raios-X. O material sintetizado apresenta estrutura mesoporosa com área superficial de $116 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$. Os resultados de atividade catalítica da ferrita de cobalto foram eficientes sob ambas fontes de radiação, sendo mais efetiva sob a luz solar. A remoção de cor do corante vermelho Amaranth sob luz solar foi de 92% em apenas 30 min e a remoção de carbono orgânico total (COT) foi de 72% após 4h. Sendo assim, a ferrita de cobalto sintetizada neste trabalho tem grande potencial para ser utilizada como catalisador em reações de degradação de corantes, por apresentar alta eficiência quando exposto à luz solar e por não lixiviar material para a solução.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ALEKSIĆ et al “**Heterogeneous Fenton type processes for the degradation of organic dye pollutant in water – The application of zeolite assisted AOP’s**”. *Desalination*. v. 257 Julho de 2010. Pg. 22–29.
- BABAEI et al. “**Comparative treatment of textile wastewater by adsorption, Fenton, UV-Fenton and US-Fenton using magnetic nanoparticles-functionalized carbon (MNPs@C)**”. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. v.56, Dezembro de 2017, pg. 163-174
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA), **Resolução n. 430**, de 13 de maio de 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>
- DU, Y.; MAB, W.; LIUA, P.; ZOUB, B.; MA, J. “**Magnetic CoFe₂O₄ nanoparticles supported on titanate nanotubes (CoFe₂O₄/TNTs) as a novel heterogeneous catalyst for peroxy monosulfate activation and degradation of organic pollutants**”. *Journal of Hazardous Materials*, v. 308, pg. 58–66, 2016.
- GARRIDO-RAMÍREZ, E.G.; THENG, B.K.G.; MORA, M.L. “**Clays and oxide minerals as catalysts and nanocatalysts in Fenton-like reactions e a review**”. *Appl. Clay Sci.*, v. 47, pg. 182-192, 2010.
- PIMENTEL, D.; BERGER, B.; FILIBERTO, D.; NEWTON, M. et al. “**Water Resources: Agricultural and Environmental Issues**”. *Bioscience*, v. 54, n. 10, Outubro de 2004, pg. 909-918.
- SHARMA et al “**Assortment of magnetic nanospinels for activation of distinct inorganic oxidants in photo-Fenton’s process**”. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*. v.402, Julho de 2015, pg. 53-63.
- UMUT A.; DEMIRTAS E.A. “**Degradation of burazol blue ED by heterogeneous fenton process: simultaneous optimization by central composite design**”. *Journal Desalination and Water Treatment*. v. 56, n. 12, Outubro de 2015, pg. 3346-3356.
- WANG, W.; ZHOU, M.; MAO, Q.; YUE, J.; WANG, X. “**Novel NaY zeolite-supported nanoscale zero-valent iron as an efficient heterogeneous Fenton catalyst**”. *Catalysis Communications*, v.11, n. 11 , p. 937-941, 2010.

SOBRE AS ORGANIZADORAS

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos: Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPI (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura. E-mail para contato: raissasalustriano@yahoo.com.br Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>

Geisa Mayana Miranda de Souza: Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco (2010). Foi bolsista da FACEPE na modalidade de Iniciação Científica (2009-2010) e do CNPq na modalidade de DTI (2010-2011) atuando na área de Entomologia Aplicada com ênfase em Manejo Integrado de Pragas da Videira e Produção Integrada de Frutas. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba, na área de concentração em Agricultura Tropical, linha de pesquisa em Biotecnologia, Melhoramento e Proteção de Plantas Cultivadas. Possui experiência na área de controle de insetos sugadores através de joaninhas predadoras. E-mail para contato: geisamayanas@gmail.com Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5484806095467611>

Ana Carolina Sousa Costa: Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009). Mestre em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - PB (2012), com bolsa da CAPES. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - PB (2017), com bolsa da CAPES. Tem experiência na área de Fisiologia, com ênfase em Pós-colheita, atuando principalmente nos seguintes temas: qualidade, atmosfera modificada, vida útil, compostos de alto valor nutricional. E-mail para contato: anna_karollina@yahoo.com.br Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9930409169790701>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água superficial 26, 27, 28, 34
Altimetria 36, 48
Ambiente escolar 114, 115
Antocianinas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Armadilha pitfall 69

B

Biodiversidade 10, 77, 79, 80, 132, 141, 182, 186, 187, 189, 192, 193, 194, 199
Bioindicadores 56, 58, 69, 80

C

Componentes principais 59, 60, 61, 64, 65, 66, 67
Controle de qualidade 26, 240
Cursos técnicos 127, 128

D

Doença de chagas 114, 117, 118, 119

E

Educação 89, 90, 91, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 118, 120, 122, 124, 125, 126, 127, 128, 131, 140, 143, 144, 145, 165, 166, 171, 173, 174, 175, 177, 178, 179, 181, 182, 184, 208, 217, 238, 239, 242, 244, 245, 246, 247, 254, 256
Educação ambiental 95, 96, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 124, 125, 165, 166, 171, 173, 177, 178, 244, 246, 247
Ensino formal 96, 100, 175
Ensino fundamental 89, 91, 92, 95, 100, 108, 109, 110, 113, 114, 118, 121, 122, 123, 177, 245
Escola 4, 36, 81, 89, 90, 92, 95, 96, 97, 98, 99, 108, 110, 112, 114, 118, 119, 121, 123, 124, 125, 126, 217, 238, 242, 243, 244, 245, 283
Extração de pigmentos 1

F

Fanzines 132, 134, 135, 136, 139, 140, 142, 143
Fauna do solo 69, 70, 71, 74, 75, 76, 79
Ferrita de cobalto 18, 19, 20, 23, 24, 25
Flores 1, 2, 4, 6, 7, 8, 60, 62
Foto-fenton heterogêneo 18

G

Gestão 28, 50, 89, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 108, 127, 129, 148, 149, 165, 167, 171, 187, 188, 189, 195, 197, 199, 201, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 216, 217, 230, 231, 236, 239, 242, 245, 262, 281, 283, 284, 286, 288, 289
GNSS 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 197

I

Importância dos caracteres 60

Interdisciplinaridade 89, 98, 109, 110, 113, 129, 130, 131, 175, 177, 239

J

Jogos 89, 90, 91, 93, 95, 108, 111, 114, 118, 119

L

Litorais 10

Ludicidade 96

M

Matemática 89, 90, 91, 92, 93, 95, 110, 113

Meio ambiente 12, 16, 19, 24, 57, 96, 97, 98, 99, 100, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 128, 132, 135, 137, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 171, 172, 173, 175, 176, 182, 183, 184, 186, 203, 208, 209, 211, 216, 220, 230, 232, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 253, 254, 259, 261, 262

Melhoramento genético 60, 61, 62, 63, 65, 67

Metodologias ativas 115, 118, 119

Mudanças de hábitos 121

P

Percepção ambiental 121, 122, 123, 155, 181

Punk 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 140, 141, 142, 143

R

Resíduos sólidos 101, 102, 103, 105, 106, 107, 156, 160, 171, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 211, 213, 216, 217, 218, 219, 239, 242, 254, 256

Rock and roll 132, 136

S

Sensoriamento remoto 10, 36, 37, 88, 191, 196, 199, 200, 201

T

Tempo de extração 1, 6, 7, 8

V

Vermelho amaranço 18

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-646-1



9 788572 476461