



Cleberton Correia Santos
(Organizador)

**Estudos Interdisciplinares
nas Ciências e da Terra
e Engenharias 4**

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências
Exatas e da Terra e Engenharias 4

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^a Dr^a 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^a Dr^a 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^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a 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^a Dr^a 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.^a Dr.^a 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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	<p>Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 4 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 4)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-622-5 DOI 10.22533/at.ed.225191109</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>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
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 4º volume 37 capítulos com temáticas voltadas 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

CAPÍTULO 1	1
GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCOS DE INUNDAÇÃO PARA O MUNICÍPIO DE PONTE NOVA – MG	
Anderson Nascimento Milagres Gian Fonseca dos Santos Danilo Segall César Yann Freire Marques Costa Klinger Senra Rezende Alixandre Sanquetta Laporti Luppi Adonai Gomes Fineza	
DOI 10.22533/at.ed.2251911091	
CAPÍTULO 2	8
MUTAGÊNESE DA LEVEDURA <i>Candida viswanathii</i> PARA A PRODUÇÃO DE ENZIMAS LIPOLÍTICAS	
Luiz Renato Lima Silva Miranda Nayra Morgana Lima De Oliveira Erika Carolina Vieira Almeida Adriana Augusta Neto Alex Fernando De Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.2251911092	
CAPÍTULO 3	19
A RELAÇÃO ENTRE PROGRAMAS DE DESENVOLVIMENTO DE LIDERANÇA E O CAPITAL SOCIAL NAS ORGANIZAÇÕES	
Bruno Henriques Watté Márcio Vieira de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.2251911093	
CAPÍTULO 4	34
BRUNIMENTO FLEXÍVEL DE CILINDROS DE BLOCOS DE COMPRESSORES HERMÉTICOS: AVALIAÇÃO DO EFEITO DA GRANULOMETRIA E DO NÚMERO DE GOLPES DA FERRAMENTA NO PARÂMETRO DE RUGOSIDADE R_p	
Guilherme Henrique Caetano Barros Rosenda Valdés Arencibia Luciano José Arantes	
DOI 10.22533/at.ed.2251911094	
CAPÍTULO 5	41
ANÁLISE DA ACELERAÇÃO POR EXTRAPOLAÇÃO DA FONTE DE FISSÃO CONSIDERANDO A TEORIA DE DIFUSÃO DE NEUTRONS EM REATORES NUCLEARES	
Andrey Silva Pontes Henrique Matheus Ferreira da Silva Lenilson Moreira Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.2251911095	

CAPÍTULO 6	51
ANÁLISE DE DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DOS PROTOCOLOS DE REDES DE SENSORES SEM FIO EM <i>SMART GRIDS</i>	
Álison De Oliveira Alves Felipe Denis Mendonça De Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.2251911096	
CAPÍTULO 7	64
SÍNTESE DE COMPOSTOS HÍBRIDOS PERILIL-DIHDROPIRIMIDINONAS ATRAVÉS DA REAÇÃO DE HUISGEN COM FORMAÇÃO DE ANÉIS 1,2,3-TRIAZÓLICOS	
Vinícius Vendrusculo Dennis Russowsky	
DOI 10.22533/at.ed.2251911097	
CAPÍTULO 8	74
ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICAS DA CASTANHOLA	
Jonas Soares de Mesquita Davi Pereira Araújo Maria Carolina Martins da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.2251911098	
CAPÍTULO 9	81
USO DE CATALISADORES DE NÍQUEL PARA A RESOLUÇÃO CINÉTICA DINÂMICA DE AMINAS PRIMÁRIAS	
Fernanda Amaral de Siqueira Natália Cavallaro Martins de Sousa Sania Maria de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.2251911099	
CAPÍTULO 10	92
AVALIANDO EM MATEMÁTICA: UM ESTUDO DE CASO NO CENTRO-OESTE MINEIRO	
Patrícia Milagre de Freitas Leandro Teles Antunes dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.22519110910	
CAPÍTULO 11	102
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO EM TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Andre Luis Martins De Souza Renata Evangelista Alexandre Bueno Ronaldo Marques Serigne Ababacar Felipe Rogério Hudson Luis	
DOI 10.22533/at.ed.22519110911	

CAPÍTULO 12 111

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE UM SOLO RESIDUAL DE GNAISSE MADURO ESTABILIZADO COM LAMA DE CAL

Danilo Segall César
Yann Freire Marques Costa
Anderson Nascimento Milagres
Gian Fonseca dos Santos
Eduardo Souza Candido
Klinger Senra Rezende
Adonai Gomes Fineza

DOI 10.22533/at.ed.22519110912

CAPÍTULO 13 122

AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS: ESTUDO DE CASO COM PILHAS ALCALINAS

Pedro Luiz Dias Barroso
Julia Santos Caetano
Jean Pierre Sayago
Joeci Ricardo Godoi
Rodrigo Souza Banegas
Letícia Flohr

DOI 10.22533/at.ed.22519110913

CAPÍTULO 14 132

CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE FILMES DE PAADDA/PSS E PDDA/PSS PREPARADOS POR LAYER-BY-LAYER

Samanta Costa Machado Silva
Jorge Amim Júnior
Ana Lucia Shiguihara

DOI 10.22533/at.ed.22519110914

CAPÍTULO 15 144

COMPOSIÇÃO QUÍMICA, FENÓIS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS FOLHAS DE *Simaba ferruginea*

Jessica Sara de Sousa Macêdo Oliveira
Lucivania Rodrigues dos Santos
Adonias Almeida Carvalho
Renato Pinto de Sousa
Gerardo Magela Vieira Júnior
Ruth Raquel Soares de Farias
Mariana Helena Chaves

DOI 10.22533/at.ed.22519110915

CAPÍTULO 16 157

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS ALCALINAMENTE ATIVADOS PARA MITIGAÇÃO DA REAÇÃO ÁLCALI-AGREGADO: AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS, FÍSICAS E QUÍMICAS

Jocélio Jairo Vieira Filho
Kelly Cristiane Gomes
Williamns Tadeu de Oliveira Lins Belo

DOI 10.22533/at.ed.22519110916

CAPÍTULO 17	183
ESTRUTURA AXIOMÁTICA DO ORIGAMI: UMA ABORDAGEM DOS POLIEDROS REGULARES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA	
Anita Lima Pimenta Eliane Scheid Gazire	
DOI 10.22533/at.ed.22519110917	
CAPÍTULO 18	193
ESTUDO DO EFEITO DOS PARÂMETROS DE PROJETO DE BICOS EXTRUSORES EM BIOIMPRESSÃO UTILIZANDO FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL	
Patrícia Muniz de Oliveira Isabela Poley Estevam Barbosa Las Casas Marina Spyer Las Casas Janaina Dernowsek	
DOI 10.22533/at.ed.22519110918	
CAPÍTULO 19	205
IMPACTO DA RESOLUÇÃO HORIZONTAL NA SIMULAÇÃO DOS JATOS DE BAIXOS NÍVEIS NA AMÉRICA DO SUL USANDO O MODELO GLOBAL DO CPTEC	
Dayana Castilho de Souza Paulo Yoshio Kubota Silvio Nilo Figueroa Enver Manuel Amador Ramirez Gutierrez Caio Augusto dos Santos Coelho	
DOI 10.22533/at.ed.22519110919	
CAPÍTULO 20	218
<i>LESSON STUDY</i> : UMA ADAPTAÇÃO PARA O BRASIL	
Renata Camacho Bezerra Maria Raquel Miotto Morelatti	
DOI 10.22533/at.ed.22519110920	
CAPÍTULO 21	226
MICROSCOPIA DE DESFOCALIZAÇÃO COMO UMA FERRAMENTA DE ESTUDO DE PROPRIEDADES MORFOLÓGICAS E MECÂNICAS DE ERITRÓCITOS	
Paula M. S. Roma Luiza C. Mourão Marcelo P. Bemquerer Erika M. Braga Ubirajara Agero	
DOI 10.22533/at.ed.22519110921	
CAPÍTULO 22	232
PENSAMENTO ALGÉBRICO E SUA APLICAÇÃO EM EQUAÇÕES LINEARES	
Fábio Mendes Ramos Fabricia Gracielle Santos Daniel Martins Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.22519110922	

CAPÍTULO 23	243
ENSINO DE QUÍMICA VERSUS TICs: RETRATO DE PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS	
Eleonora Celli Carioca Arenare	
DOI 10.22533/at.ed.22519110923	
CAPÍTULO 24	253
PREPARAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE BLENDS DE PHB/PC	
Francielle Schmitz	
Carolina de Andrade	
Ivonete Oliveira Barcellos	
DOI 10.22533/at.ed.22519110924	
CAPÍTULO 25	267
RESINAS DE POLIÉSTER INSATURADO E SUA APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE EMBARCAÇÕES EM FIBERGLASS	
Patricia Reis Pinto	
Sérgio da Silva Feitosa	
Alaíde de Sá Barreto	
DOI 10.22533/at.ed.22519110925	
CAPÍTULO 26	277
APLICAÇÃO DO MÉTODO DA PENALIZAÇÃO ROBUSTA PARA ANÁLISE DE PROBLEMAS DE OTIMIZAÇÃO MULTI-OBJETIVO	
Gustavo Barbosa Libotte	
Fran Sérgio Lobato	
Francisco Duarte Moura Neto	
Gustavo Mendes Platt	
DOI 10.22533/at.ed.22519110926	
CAPÍTULO 27	289
SÍNTESE DE FASE SÓLIDA HÍBRIDA MOLECULARMENTE IMPRESSA PARA EXTRAÇÃO DE CAFEÍNA EM AMOSTRAS ÁGUA SUPERFICIAL	
Fabiana Casarin	
Camila Santos Dourado	
Ana Cristi Basile Dias	
DOI 10.22533/at.ed.22519110927	
CAPÍTULO 28	302
SOLUÇÃO ANALÍTICA DE PROBLEMA BIDIMENSIONAL DE CONDUÇÃO DE CALOR UTILIZANDO FUNÇÕES DE GREEN	
José Aguiar dos Santos Junior	
José Ricardo Ferreira Oliveira	
Eduardo Peixoto de Oliveira	
Guilherme Ramalho Costa	
Jefferson Gomes Do Nascimento	
Alisson Augusto Azevedo Figueiredo	
Gilmar Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.22519110928	

CAPÍTULO 29 310

TAXAS DE FREQUÊNCIA E GRAVIDADE DOS ACIDENTES OCORRIDOS EM UM GRUPO DE PROPRIEDADES CAFEEIRAS CERTIFICADAS

Rafael Augusto Silva Souza
Geraldo Gomes de Oliveira Júnior
Armando Mendes Nogueira
Raphael Nogueira Rezende
Agda Silva Prado Oliveira
Adriano Bortolotti da Silva
Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho

DOI 10.22533/at.ed.22519110929

CAPÍTULO 30 315

UM SISTEMA COLABORATIVO DE INCENTIVO A DOAÇÃO DE SANGUE

Alúcio José Pereira
Fábio Abrantes Diniz
Elder Gonçalves Pereira
Francisco Paulo de Freitas Neto
Elissandra Cheu Pereira do Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.22519110930

CAPÍTULO 31 329

UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE NÚMEROS DECIMAIS NO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Cristiana Monique Feltes Sivert
Cassiano Scott Puhl

DOI 10.22533/at.ed.22519110931

CAPÍTULO 32 339

ESTUDO DA VIABILIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA COMPUTACIONAL DE BAIXO CUSTO PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM CULTIVOS DE ORGANISMOS AQUÁTICOS: APLICAÇÃO INICIAL EM VIVEIROS ESCAVADOS

Wilmar Borges Leal Junior
Fabiano Medeiros Tavares
Ítalo Cordeiro Silva Lima
Delfim Dias Bonfim
Lucyano Campos Martins
Nailson Martins Dantas Landim
Haryson Huan Arruda da Silva Santos
Douglas Ferreira Chaves

DOI 10.22533/at.ed.22519110932

CAPÍTULO 33 349

REGRESSÃO POLINOMIAL E REDES NEURAS ARTIFICIAIS NA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS

Carlos Augusto Zilli
Luiz Fernando Palin Droubi
Norberto Hochheim

DOI 10.22533/at.ed.22519110933

CAPÍTULO 34 363

ANALISE DE RECALQUES NO CONTORNO RODOVIÁRIO DA GRANDE FLORIANÓPOLIS

Wagner de Sousa Santos
Amanda Morlos

DOI 10.22533/at.ed.22519110934

CAPÍTULO 35	376
SIMULAÇÃO DA ESTABILIDADE DE UM TÚNEL EM MACIÇO ROCHOSO	
Yann Freire Marques Costa	
Danilo Segall César	
Gian Fonseca dos Santos	
Anderson Nascimento Milagres	
Klinger Senra Rezende	
Adonai Gomes Fineza	
DOI 10.22533/at.ed.22519110935	
SOBRE O ORGANIZADOR	387
ÍNDICE REMISSIVO	388

AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS: ESTUDO DE CASO COM PILHAS ALCALINAS

Pedro Luiz Dias Barroso

Universidade do Porto
Instituto Federal Catarinense – Campus
Camboriú*
Porto – Portugal

Julia Santos Caetano

Universidade Federal do Paraná
Instituto Federal Catarinense – Campus
Camboriú*
Curitiba – Paraná

Jean Pierre Sayago

Instituto Federal Catarinense – Campus
Camboriú*
Camboriú – Santa Catarina

Joeci Ricardo Godoi

Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú
Camboriú – Santa Catarina

Rodrigo Souza Banegas

Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú
Camboriú – Santa Catarina

Letícia Flohr

Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú
Camboriú – Santa Catarina

*No período de execução do trabalho descrito

RESUMO: Resíduos sólidos eletrônicos são um grave problema para o ambiente pois são constituídos de diversas substâncias tóxicas. Pilhas alcalinas são exemplos destes resíduos que comumente são utilizados

em residências e descartados como lixo comum. Isto pode contaminar o solo e corpos d'água, vindo a trazer consequências para organismos que vivem nestes locais e também para o ser humano. Testes físico-químicos e toxicológicos utilizados em conjunto podem trazer informações importantes sobre os efeitos em seres vivos e sobre a periculosidade destas contaminações. Assim, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar efeitos tóxicos provocados pelo descarte inadequado de pilhas. Foram realizados testes fitotóxicos (germinação de sementes, crescimento de raízes, avaliação de pigmentos fotossintéticos) e testes físico-químicos (pH e condutividade elétrica) para avaliação de lixiviados de pilhas alcalinas expostas à água da chuva. Os resultados observados possibilitaram a avaliação do potencial tóxico de pilhas de uso doméstico que são descartadas inadequadamente, e isso pode contribuir na tomada de decisões sobre a prevenção de possíveis danos e evita gastos futuros nas áreas da saúde e do ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Pilhas alcalinas. Testes físico-químicos. Clorofila total. Germinação. Raízes.

TOXICOLOGICAL EVALUATION OF
ELECTRONIC WASTE: CASE STUDY WITH

ABSTRACT: Electronic solid wastes are a serious problem for the environment as they are made up of various toxic substances. Alkaline batteries are examples of these wastes that are commonly used in homes and disposed of as household waste. This can contaminate the soil and water, bringing consequences to organisms and humans. Physico-chemical and toxicological tests used together can bring important information about the effects on living beings and the dangerous of these contamination. Thus, the present work had the objective of evaluating toxic effects caused by the inappropriate disposal of batteries. Phytotoxic tests (seed germination, root growth, total chlorophyll) and physico-chemical tests (pH and electrical conductivity) were carried out to evaluate the leachate from alkaline batteries exposed to rainfall. The results enabled the evaluation of the toxic potential of domestic batteries that are improperly disposed of, and this can contribute to the decision making on the prevention of possible damages. Additionally avoids future expenditures in the areas of health and the environment.

KEYWORDS: Alkaline batteries. Physico-chemical tests. Total chlorophyll. Germination. Roots.

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a indústria de eletroeletrônicos vem crescendo no Brasil e no mundo e, somado a este crescimento, existe a grande geração de resíduos sólidos eletrônicos. Os resíduos sólidos eletrônicos, também chamados de “lixos eletrônicos” configuram um grave problema para o ambiente, desde sua produção até o seu descarte, pois são constituídos por materiais que possuem metais pesados altamente tóxicos, como o mercúrio, cádmio, berílio e o chumbo (MOI, *et al.*, 2012). De acordo com Pallone (2008), esses e outros componentes trazem vários problemas ao nosso sistema biológico, tais como problemas neurológicos, gastrointestinais, pulmonares, alterações genéticas, formação de agentes cancerígenos, etc.

Considera-se a presença de substâncias tóxicas na composição dos resíduos eletrônicos, o que justifica a sua classificação como resíduo perigoso, que segundo a NBR 10.004/04 (ABNT, 2004) são resíduos que apresentam inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, ou seja, são aqueles que apresentam risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices ou riscos ao meio ambiente, quando gerenciados de forma inadequada.

Dados da Organização das Nações Unidas (ONU, 2014) estimam que a geração mundial de lixo eletrônico é de 40 milhões de toneladas ao ano. Ainda relacionado aos dados alarmantes da ONU (2016), apenas em 2014, o Brasil produziu cerca de 1,4 milhão de toneladas de lixo eletrônico, e segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, o Brasil é o país com maior geração de resíduos eletrônicos dentre os em desenvolvimento (PNUMA, 2010). Mesmo com todo o seu

caráter poluidor e danoso ao ambiente, tais resíduos não são, em sua totalidade, tratados e adequadamente dispostos.

Os resíduos eletrônicos possuem amparo na lei 12.305/2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que estabelece parâmetros e procedimentos, tais como classificação dos resíduos, disposição, responsabilidade, e logística reversa, que devem ser adotados no ciclo de vida dos equipamentos eletrônicos para reduzir o seu caráter poluidor. De acordo com Leite *et al.* (2009), o reaproveitamento de produtos não é uma novidade nos dias atuais; reciclagem, reúso, desmanche e remanufatura no retorno de papéis, metais, plásticos, mesmo os eletrônicos e eletrodomésticos, são processos já realizados. Os resíduos eletrônicos obsoletos, ou sem uso, quando encaminhados a empresas responsáveis, passam pelo processo de logística reversa. Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2010), considera-se logística reversa:

instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Apesar de todo aparato legal e alternativas para tratamento e destinação final de resíduos eletrônicos, a maioria das cidades brasileiras não possui uma adequada gestão destes resíduos. Segundo dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (BRASIL, 2010), por meio da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB de 2008, 99,96% dos municípios brasileiros têm serviços de manejo de Resíduos Sólidos, mas 50,75% deles dispõem seus resíduos em vazadouros; 22,54% em aterros controlados; 27,68% em aterros sanitários.

Dentre os resíduos eletrônicos mais encontrados em nossas residências estão as pilhas e baterias, que ainda são descartadas como lixo doméstico comum (Reidler e Guenther, 2003). As pilhas mais comumente utilizadas são as alcalinas, que apesar de serem fabricadas dentro dos padrões de Pb, Cd e Hg estabelecidos pela Resolução 401/2008 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), podem conter quantidades apreciáveis de Zn e Mn, metais pesados que não são contemplados pela legislação vigente (Câmara *et al.*, 2012).

Sabendo-se que estes resíduos são encaminhados para vazadouros, lixões, ou acabam sendo queimados ou lançados diretamente no solo e em rios, deve-se tomar cuidado com as interações destes materiais com o meio ambiente, pois isto facilita a liberação de conteúdo tóxico. Conforme Reidler e Guenther (2003), as substâncias tóxicas que compõem as pilhas e baterias, podem atingir e contaminar os aquíferos e chegar ao organismo humano através da ingestão (água ou alimentos contaminados), da inalação ou contato dérmico.

Apesar de existirem diversos estudos que analisam individualmente as substâncias químicas presentes em lixiviados de pilhas (Câmara *et al.*, 2012;

Agourakis et al., 2006), efeitos tóxicos não podem ser previstos apenas por análises físico-químicas. Toxicidade é a capacidade que uma substância tem de causar danos a um sistema biológico. Entretanto, não é apenas a presença de um composto que produz um efeito tóxico, mas as relações entre a dose à que o organismo está exposto e seus efeitos biológicos, que determinam qual concentração pode causar danos (Landis e Yu, 2003). A toxicologia ambiental estuda as interações tóxicas de substâncias químicas no ecossistema e sua capacidade de afetar a fisiologia normal de organismos vivos. Assim, risco ambiental pode ser definido como a probabilidade medida ou estimada de dano, doença ou morte causada por um agente químico em um indivíduo a este exposto (Caldas, 1999).

Dentre os vários tipos de testes toxicológicos disponíveis, os testes de germinação de sementes e de crescimento de raízes são amplamente utilizados, rápidos e precisos, demonstrando sensibilidade, simplicidade, baixo custo e por serem adequados para amostras ou substâncias químicas instáveis (Wang et al., 2001). Os pigmentos fotossintéticos (clorofilas e carotenóides) também são indicadores de fitotoxicidade muito utilizados para avaliar efeitos de substâncias tóxicas (Dewez et al, 2005; Radic et al., 2010). Um decréscimo na quantidade destes pigmentos, causados por substâncias tóxicas, pode inibir a fotossíntese de plantas (Maleva et al., 2009).

Considerando-se que os lixiviados de pilhas de uso doméstico apresentam riscos potenciais ao meio ambiente, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar efeitos tóxicos provocados pelo descarte inadequado de pilhas. Levando-se em conta que uma avaliação sobre os efeitos é mais completa utilizando-se testes toxicológicos combinados com testes físico-químicos, foram realizados testes fitotóxicos (germinação de sementes, crescimento de raízes, avaliação de clorofila total) e testes físico-químicos (pH e condutividade elétrica).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O procedimento de lixiviação das pilhas foi realizado conforme Câmara et al. (2012). As pilhas utilizadas foram previamente descarregadas e colocadas em frascos com 150 mL com água da chuva. A lixiviação foi estática e amostras foram retiradas no 1o, 7o, e 30o dias. Os testes foram realizados em duplicata. A água da chuva foi coletada no Instituto Federal Catarinense (IFC) - Campus Camboriú.

Os testes físico-químicos de pH e condutividade elétrica foram realizados no meio lixiviante (água da chuva) no início do experimento (dia 0), e nos 1o, 7o, e 30o dias. As análises foram realizadas utilizando-se fita universal indicadora de pH (Phox) e condutímetro digital (AJmicronal AJX-515).

Os testes de fitotoxicidade foram realizados com as amostras extraídas do meio lixiviante água da chuva. Foram observados: germinação de sementes,

crescimento de raízes e concentração de clorofila total em *Eruca sativa* (rúcula). Diferentes diluições do lixiviado foram testadas (100%, 50%, 25%, 12,5% e 6,25%). Para o teste de germinação, foi utilizada a metodologia de Brito-Pelegrini et al. (2007). As sementes foram expostas aos lixiviados por 7 dias, à temperatura e iluminação ambiente. Após esse período, contabilizou-se o número de sementes germinadas e foi realizada a medição das raízes. A análise de clorofila total foi realizada nas plantas, extraíndo-se a raiz. Aproximadamente 100 mg de plantas frescas foram maceradas em 5 mL de metanol 100% durante 5 minutos. O homogenizado foi filtrado e a absorbância dos sobrenadantes foi medida em 653 e 666nm (*Espectrofotômetro UV VIS Metrolab 330*). A concentração de clorofila total foi determinada de acordo com as equações experimentais descritas por Lichtenthaler (Lichtenthaler, 1987).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises físico-químicas

Nos resultados encontrados na Tabela 1, nota-se uma alteração gradual, do pH e da condutividade elétrica, em relação ao tempo de exposição das pilhas alcalinas ao meio lixiviante. Nas pilhas expostas à água da chuva, o pH tornou-se levemente mais ácido após a primeira semana, como esperado, após o trigésimo dia de exposição, o potencial hidrogeniônico tornou-se predominantemente básico, já que as pilhas eram alcalinas. Relacionando os dados obtidos neste trabalho com os observados por Câmara et al. (2012), nota-se que nas amostras extraídas no primeiro e no sétimo dia, os pHs foram similares (em torno de 6,0), porém, após 30 dias, os autores não observaram aumento de pH em relação ao primeiro e sétimo dias de exposição.

Parâmetros físico-químicos	Tempo (dias)			
	0*	1	7	30
pH	5,6 ± 0,5	6,0 ± 0	5,5 ± 0,7	9,0 ± 4,2
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	1,7 ± 0,2	1,5**	1,6 ± 0,3	2,7 ± 3,1

Tabela 1. Valores médios de pH e condutividade elétrica dos lixiviados de pilhas expostas a água da chuva.

*lixiviante *in natura*

**valor referente ao resultado da segunda repetição.

Fonte: Arquivo próprio.

Em relação a condutividade elétrica do lixiviado de pilhas expostas a água da chuva houve queda do valor após o 1 dia e um leve aumento após 7 dias. No final de 30 dias de exposição a condutividade do lixiviado aumentou em torno de 59%. De acordo com Câmara *et al.* (2012), esse fato sugere que a água da chuva, durante o período dos ensaios, foi agressiva a ponto de provocar vazamento significativo de componentes internos, assim o pH do lixiviado da pilha alcalina seria básico devido à base forte (KOH) presente em sua pasta eletrolítica.

3.2 Testes de fitotoxicidade

Os dados da Figura 1 correspondem aos resultados do teste de germinação de sementes, e da Figura 2 correspondem ao crescimento de raízes de *Eruca Sativa* expostas aos lixiviados de pilhas alcalinas. Após a análise dos dados, foi possível observar que, de forma geral, as sementes expostas a diferentes diluições de amostras germinaram menos que o controle. O mesmo pode ser observado em relação ao tamanho de raízes destas plantas.

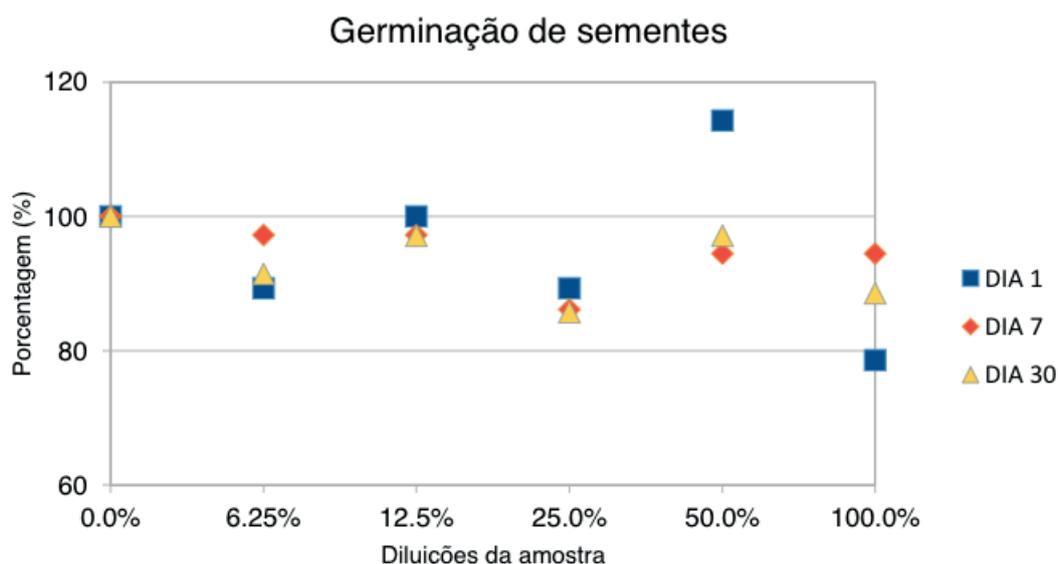


Figura 1. Germinação de sementes de *E. sativa* expostas a lixiviados de pilhas alcalinas (% em relação ao controle).

Fonte: Arquivo próprio.

Possivelmente estes resultados se devem a absorção de metais pesados pelas plantas. Segundo Zurera *et al.* (1987), plantas folhosas tendem a ter maior absorção de metais tóxicos. Mesmo que pilhas alcalinas estejam em conformidade com os teores-limite de Hg, Cd e Pb estabelecidos pela Resolução 401/2008, elas ainda contêm quantidades significativas de outros metais pesados (particularmente Fe, Mn e Zn), não contempladas pela legislação. Câmara *et al.* (2012) observou a liberação de Fe, Mn e Zn em pilhas alcalinas expostas a água de chuva, e quantificaram percentuais de 97,5%, 71,5% e 58,2% destes elementos respectivamente, liberados

das pilhas alcalinas após um período de 30 dias.

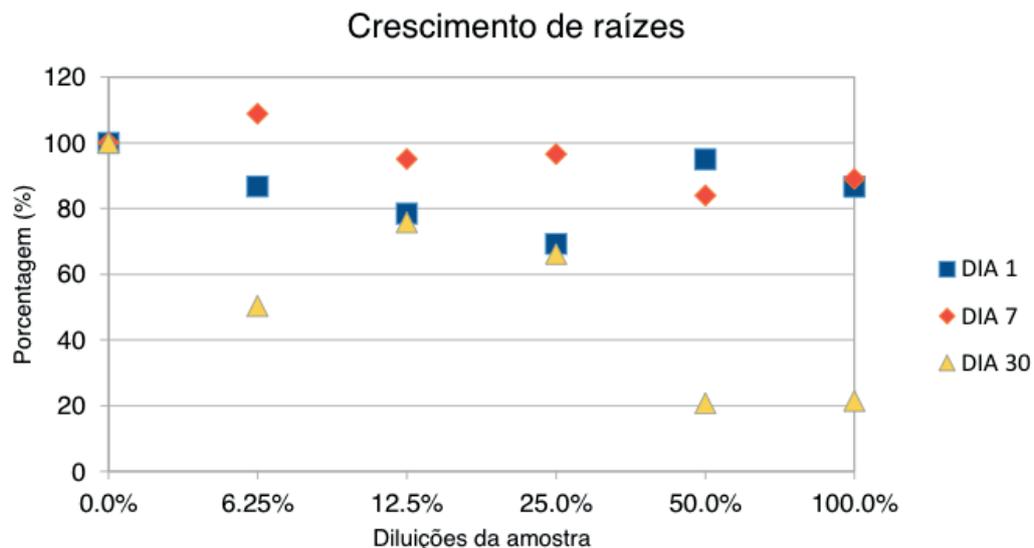


Figura 2. Crescimento de raízes de *E. sativa* expostas a lixiviados de pilhas alcalinas (% em relação ao controle).

Fonte: Arquivo próprio.

Em relação aos valores de clorofila total, os resultados indicaram que de forma geral houve diminuição nas quantidades, quando comparadas ao controle negativo (Figura 3).

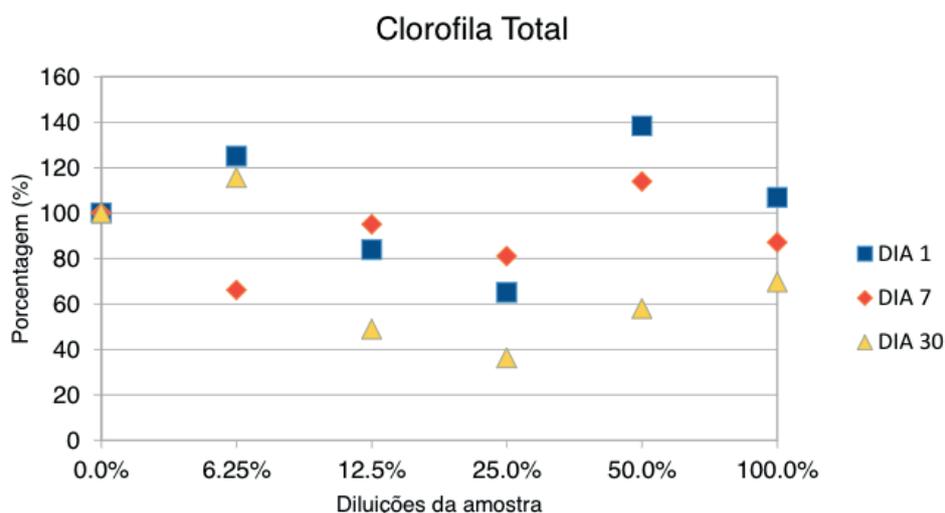


Figura 3: Clorofila total em *E. sativa* expostas a lixiviados de pilhas alcalinas (% em relação ao controle).

Fonte: Arquivo próprio.

Pilhas alcalinas contém diversos elementos tóxicos, entre eles chumbo, cádmio e mercúrio. John et al. (2008) observaram diminuição de clorofila total em macrófitas *Lemna polirryza* expostas a altas concentrações de chumbo e cádmio (10-40 ppm), entretanto, em pequenas concentrações de Pb e Cd (1 ppm), houve aumento na

quantidade de clorofila total. Neste trabalho nota-se que nas sementes expostas ao lixiviado de 1 e 30 dias na concentração de 6,25%, ao lixiviado de 1 e 7 dias na concentração de 50%, e de 1 dia na concentração 100% houve um aumento na quantidade de clorofila total em relação ao controle negativo. Este aumento na quantidade de clorofila total pode ser explicado também pela presença de zinco e manganês em pilhas alcalinas. De acordo com Raven (1999), apesar de ser tóxico em altas concentrações, o zinco é um micronutriente essencial para a atividade de diversas enzimas e faz parte de moléculas que atuam em papéis chave no transporte de elétrons fotossintéticos. Doganlar et al. (2012) afirmam que o manganês é um microelemento importante e está presente na constituição de enzimas e cofatores, mas é tóxico em concentrações excessivas.

4 | CONCLUSÕES

Através desta pesquisa foi possível observar o potencial tóxico de pilhas de uso doméstico que são descartadas inadequadamente. Estes resultados evidenciam a problemática dos resíduos sólidos eletrônicos no meio ambiente, e podem auxiliar na conscientização das pessoas sobre o seu descarte correto. Ainda, estas informações poderão ser utilizadas como ferramenta para tomada de decisões quanto ao impacto ambiental causado por este tipo de resíduo.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem ao Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú pelo financiamento deste projeto em termos de custos e bolsa de iniciação científica, Edital 056/GDG/IFC-CAM/2016.

REFERÊNCIAS

AGOURAKIS, D.C., CAMARGO, I.M.C., COTRIM, M.B., FLUES, M. 2006. **Comportamento de zinco e manganês de pilhas alcalinas em uma coluna de solo**. Quim. Nova, Vol. 29, No. 5, 960-964.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2004. **NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação**. ABNT, Rio de Janeiro; 2004.

BRASIL. 2010. IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: 2008**. Rio de Janeiro. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoadevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf >. Acesso em 10 outubro 2016.

BRITO-PELEGRINI, N.N., PATERNIANI, J.E.S., BROTA, G.A., DOS SANTOS, E.M., SILVA, N.B.. 2007. **Ensaio biológicos com sementes para avaliar a redução da toxicidade do chorume tratado por processo fotoquímico**. Minerva, v. 6, n. 3, p. 219-228.

CALDAS, L.Q.A. **Risco Potencial em Toxicologia Ambiental**. In: BRILHANTE O. M., CALDAS L. Q. A. Gestão e Avaliação de Risco em Saúde Ambiental. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1999.

- CÂMARA, S.C.; AFONSO, J.C.; SILVA, L.I.D.; DOMINGUES, N.N.; ALCOVER NETO, A. 2012. **Simulação do intemperismo natural de pilhas zinco-carbono e alcalinas**. Quim. Nova, v. 35, n. 1, p. 82-90.
- DEWEZ, D., GEOFFROY, L.; VERNET, G.; POPOVIC, R. 2005. **Determination of photosynthetic and enzymatic biomarkers sensitivity used to evaluate toxic effects of copper and fludioxonil in alga *Scenedesmus obliquus***. Aquatic Toxicology, v.74, p.150–159.
- DOGANLAR, Z.B.; CAKMAK, S.; YANIK, T. 2012. Metal uptake and physiological changes in *Lemna gibba* exposed to manganese and nickel. International Journal of Biology, v. 4, n.3, p 148-157.**
- JOHN, R., AHMAD, P., GADGIL, K., SHARMA, S. 2008. **Effect of cadmium and lead on growth, biochemical parameters and uptake in *Lemna polyrrhiza* L.** Plant Soil Environ., v. 54, n.6, p. 262–270.
- LANDIS, W.G., YU, M-H. **Introduction to environmental toxicology: impacts of chemicals upon ecological systems**. 3. ed. Lewis Publishers, 2003. 487p.
- LEITE, Paulo Roberto; LAVEZ, Natalie; SOUZA, Vivian Mansano de. 2009. **Fatores da logística reversa que influem no reaproveitamento do “lixo eletrônico” – um estudo no setor de informática**. In: SIMPOI 2009, 1., 2009, São Paulo. **Anais...** . [s.i.]: Simpoi, p. 1 – 16.
- LICHTENTHALER, H.K., 1987. **Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes**. Meth. Enzymol., v.148, p. 350– 383.
- MALEVA, M.G.; NEKRASOVA, G.F.; MALEC, P.; STRZALKA, K. 2009. **Ecophysiological tolerance of *Elodea canadensis* to nickel exposure**. Chemosphere, v. 77, n. 3, p. 392–398.
- MOI, Paula Cristina Pedroso et al. 2012. **Lixo eletrônico: consequências e possíveis soluções**. Mato Grosso: Connectionline, 2012. 9 p.
- OLIVEIRA, Sebastião Sidnei Vasco de. **Sustentabilidade na universidade estadual centro-oeste – Unicentro: um estudo de caso sobre o projeto “gerenciamento do lixo eletrônico: uma solução tecnológica e social para um problema ambiental”**. 2014. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão de Políticas Públicas, Univali, Itajaí, 2014.
- ONU. **Brasil produziu 1,4 milhão de toneladas de resíduos eletrônicos em 2014, afirma novo relatório da ONU. 2014**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/brasil-produziu-14-milhao-de-toneladas-de-residuos-eletronicos-em-2014-afirma-novo-relatorio-da-onu/>>. Acesso em: 12 jul. 2016.
- PALLONE S. 2008. **Resíduo eletrônico: redução, reutilização, reciclagem e recuperação**. Disponível em: http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/reportajes_037.htm Acesso em: 12 jul. 2016.
- PNRS. **Lei Nº 12.305 (Política Nacional dos Resíduos Sólidos), de 2 de Agosto de 2010**. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA CASA CIVIL. Brasília, DF, 03 ago. 2010.
- PNUMA. **Substâncias Nocivas e Resíduos**. 2010. Disponível em: <<http://web.unep.org/regions/brazil/other/substancias-nocivas-e-residuos>>. Acesso em: 30 ago. 2016.
- RADIC, S.; BABIC, M.; SKOBIC, D.; ROJEC, V.; PEVALEK-KOZLINA, B. 2010. **Ecotoxicological effects of aluminum and zinc on growth and antioxidants in *Lemna minor* L.** Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 73, p. 336–342.
- RAVEN, J. A., EVANS, M. C. W. & KORB, R. E. 1999. The role of trace metals in photosynthetic electron transport in O₂-evolving organisms. Photosynth. Res., v.60, p.111–149.

REIDLER, N. M. V. L.; GÜNTHER, W. M. R. 2003. **Impactos ambientais e sanitários causados por descarte inadequado de pilhas e baterias usadas.** *Revista Limpeza Pública*, São Paulo, v. 60, p. 20-26.

WANG, X., SUN, C., GAO, S., WANG, L. and SHUOKUI, H., 2001. **Validation of germination rate and root elongation as indicator to assess phytotoxicity with *Cucumis sativus*.** *Chemosphere*, v. 44, n. 8, p. 1711-1721.

ZURERA, G. et al. 1987. Lead and cadmium contamination levels in edible vegetables. *Environmental Contamination and Toxicology*. New York, v. 38, n.5, p 805-812.

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 tratos 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) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidentes 109, 310, 311, 312, 313, 314

Aminas primárias 81, 84, 85

Atividade antioxidante 144, 146, 151, 152, 153, 155, 156

B

Bioimpressão 193, 194, 195, 196, 199

C

Castanhola 74, 75, 79

Compostos multifuncionais 64, 67

Compressores Herméticos 34, 35, 36, 39, 40

Construção Civil 102, 105, 112, 113, 157, 179, 363

CPTEC 205, 206, 207, 208, 217

E

Equações lineares 45, 233, 236, 237, 238, 239, 240, 353

Estrutura axiomática 183, 186, 189

F

Fonte de fissão 41, 42, 44, 45, 47, 48, 49

G

Geoprocessamento 1, 2

H

Hemocentro 317, 322, 323, 324, 326

Hibridização 64, 65, 67, 68, 69, 71

L

Lesson Study 218, 219, 220, 221, 222, 224, 225

Leveduras 8

M

Mapeamento 1, 2, 3, 4, 6, 7, 181, 280

Mecânicas de eritrócitos 226

Multi-objetivo 277, 278, 279, 281, 282, 283, 284, 287

Mutagênese 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18

P

PHB/PC 253, 254, 257, 261, 262, 264

Protocolos de redes 52

R

Redes neurais 349, 350, 351, 354, 356, 358, 359, 360, 361, 362

Risco de inundação 1, 3, 4, 5, 6, 7

S

Smart Grids 51, 52, 53, 61

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-622-5

