



**Cleberton Correia Santos
(Organizador)**

**Estudos Interdisciplinares
nas Ciências e da Terra
e Engenharias 2**

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2

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 2 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 2)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-641-6 DOI 10.22533/at.ed.416192309</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 2º volume 35 capítulos relacionados temáticas de área multidisciplinar associadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

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

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

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

Cleberton Correia Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A MATEMÁTICA PRATICADA EM ESCOLAS PAROQUIAIS LUTERANAS DO RS E REVELADA EM CADERNOS ESCOLARES DA PRIMEIRA METADE DO SÉCULO XX	
Malcus Cassiano Kuhn	
DOI 10.22533/at.ed.64819103091	
CAPÍTULO 2	15
A QUALIDADE DO AR NAS ESCOLAS DA REDE PÚBLICA DE ENSINO FUNDAMENTAL: IMPORTÂNCIA E EXEMPLOS PARA A CIDADE DO RIO DE JANEIRO	
Maria Eduarda Palheiros Vanzan	
Raquel Mac-Cormick Franco	
Luiz Francisco Pires Guimarães Maia	
DOI 10.22533/at.ed.64819103092	
CAPÍTULO 3	24
NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE COBRE (II): AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES ESTRUTURAIS, MORFOLÓGICAS E TÉRMICAS PARA APLICAÇÃO EM CATÁLISE	
Maria Iaponeide Fernandes Macêdo	
Pedro Luiz Ferreira de Sousa	
Karine Loíse Corrêa Conceição	
Neyda de la Caridad Om Tapanes	
Roberta Gaidzinski	
DOI 10.22533/at.ed.64819103093	
CAPÍTULO 4	35
A ROBOTICA EDUCACIONAL LIVRE COMO METODOLOGIA ATIVA PARA A PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS	
Elcio Schuhmacher	
Vera R. N. Schuhmacher	
DOI 10.22533/at.ed.64819103094	
CAPÍTULO 5	49
ANÁLISE DA PERFORMANCE DE METODOLOGIAS NUMÉRICAS DE SOLUÇÃO DA EQUAÇÃO DE TRANSPORTE DE NÉUTRONS EM GEOMETRIA UNIDIMENSIONAL SLAB NA FORMULAÇÃO DE ORDENADAS DISCRETAS	
Rafael Barbosa Libotte	
Hermes Alves Filho	
DOI 10.22533/at.ed.64819103095	
CAPÍTULO 6	59
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SOLUBILIDADE DE ELEMENTOS A PARTIR DE RESÍDUOS DE DIFERENTES TIPOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS	
Eduardo Baudson Duarte	
Amanda Péres da Silva Nascimento	
Mirna Aparecida Neves	
Diego Lang Burak	
DOI 10.22533/at.ed.64819103096	

CAPÍTULO 7	68
ANÁLISE DE IMAGENS EM ESCALAS UTILIZANDO A TRANSFORMADA WAVELET	
Francisco Edcarlos Alves Leite	
Marcos Vinícius Cândido Henriques	
DOI 10.22533/at.ed.64819103097	
CAPÍTULO 8	78
ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS COM ÊNFASE EM MEIO FÍSICO NA IMPLANTAÇÃO DE UMA BARRAGEM EM ATERRO PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA/MG	
Gian Fonseca dos Santos	
Anderson Nascimento Milagres	
Yann Freire Marques Costa	
Danilo Segall César	
Klinger Senra Rezende	
Adonai Gomes Fineza	
DOI 10.22533/at.ed.64819103098	
CAPÍTULO 9	86
APLICAÇÃO DA JUNÇÃO DA PLATAFORMA LIVRE SCILAB E ARDUINO PARA CONTROLE DE pH	
Annanda Alkmim Alves	
Luiz Fernando Gonçalves Pereira	
Letícia Lopes Alves	
Saulo Fernando dos Santos Vidal	
Daniel Rodrigues Magalhães	
DOI 10.22533/at.ed.64819103099	
CAPÍTULO 10	94
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CERVEJA PARA A ADSORÇÃO DO CORANTE ÍNDIGO CARMIM EM EFLUENTE AQUOSO	
Ana Paula Fonseca Maia de Urzedo	
Taynara Mara Vieira	
Rodinei Augusti	
Kelly Beatriz Vieira Torres Dozinel	
Ana Cláudia Bernardes Silva	
Cristiane Medina Finzi Quintão	
DOI 10.22533/at.ed.648191030910	
CAPÍTULO 11	105
REAÇÕES DE BIOTRANSFORMAÇÃO PROMOVIDAS PELO FUNGO ENDOFÍTICO <i>Aspergillus Flavus</i>	
Lourivaldo Silva Santos	
Marivaldo José Costa Corrêa	
Williams da Siva Ribeiro	
Manoel Leão Lopes Junior	
Raílda Neyva Moreira Araújo Cabral	
Fabiane da Trindade Pinto	
Giselle Maria Skelding Pinheiro Guilhon	
Haroldo da Silva Ripardo Filho	
Carlos Vinicius Machado Miranda	
Jéssica de Souza Viana	
DOI 10.22533/at.ed.648191030911	

CAPÍTULO 12 116

AUTOMETÁTESE DO DL-KAVAIN, RELAÇÃO ENTRE ATIVIDADE CATALÍTICA E IMPEDIMENTO ESTÉRICO DO SUBSTRATO

Thais Teixeira da Silva
Vanessa Borges Vieira
Aline Aparecida Carvalho França
Talita Teixeira da Silva
Mayrla Letícia Alves de Oliveira
Roberta Yonara Nascimento Reis
Maria de Sousa Santos Bezerra
Fabiana Matos de Oliveira
José Milton Elias de Matos
Benedito dos Santos Lima Neto
José Luiz Silva Sá
Francielle Aline Martins

DOI 10.22533/at.ed.648191030912

CAPÍTULO 13 128

BIOPROSPECÇÃO DE ENZIMAS PRODUZIDAS POR FUNGOS DECOMPOSITORES ISOLADOS DE DETRITOS VEGETAIS DE RIACHOS DA REGIÃO DE FOZ DO IGUAÇU-PR

Caroline da Costa Silva Gonçalves
Maria Lair Sabóia de Oliveira Lima
Rafaella Costa Bonugli-Santos
Felipe Justiniano Pinto
Daniele da Luz Silva
Ana Letícia Fernandes
Renato Malveira Carreiro do Nascimento
Mariana Gabriely da Silva Menezes

DOI 10.22533/at.ed.648191030913

CAPÍTULO 14 138

AÇÃO E IMPACTO DE *MIDDLEBOXES* PRESENTES NA *WORLD WIDE WEB*

Adenes Sabino Schwantz
Bruno Borsatti Chagas

DOI 10.22533/at.ed.648191030914

CAPÍTULO 15 144

VALIDAÇÃO DE METODOLOGIA PARA QUANTIFICAÇÃO DE RUTINA E QUERCETINA NAS FOLHAS DE *Senna acuruensis*

Lucivania Rodrigues dos Santos
Adonias Almeida Carvalho
Luanda Ferreira Floro da Silva
Gerardo Magela Vieira Júnior
Ruth Raquel Soares de Farias
Mariana Helena Chaves

DOI 10.22533/at.ed.648191030915

CAPÍTULO 16 157

CLASSIFICAÇÃO TERMODINÂMICA DAS RADIOSSONDAGENS DE BELÉM DURANTE OS ANOS DE 2014 E 2015

Silvia Adriane Elesbão
Alfredo Quaresma da Silva Neto
Maria Aurora Santos da Mota

DOI 10.22533/at.ed.648191030916

CAPÍTULO 17 170

COMPOSIÇÃO E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Psidium* (MYRTACEAE) DA AMAZÔNIA

Renan Campos e Silva
Joyce Kelly do Rosário da Silva
Rosa Helena Veras Mourão
José Guilherme Soares Maia
Pablo Luis Baia Figueiredo

DOI 10.22533/at.ed.648191030917

CAPÍTULO 18 182

CONSIDERAÇÃO DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA E DA ANÁLISE NÃO LINEAR NO PROJETO PRELIMINAR DE UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO PARA ESTUDO DE VIABILIDADE

Wagner de Sousa Santos
Rafael Marcus Schwabe

DOI 10.22533/at.ed.648191030918

CAPÍTULO 19 195

DESENVOLVIMENTO DE UMA MEMBRANA BIODEGRADÁVEL CONTENDO ÓLEO DE COPAÍBA (*copaifera spp*) OBTIDA POR ELETROFIAÇÃO

João de Deus Pereira de Moraes Segundo
Maria Oneide Silva de Moraes
Tainah Vasconcelos Pessoa
Rosemeire dos Santos Almeida
Ivanei Ferreira Pinheiro
Karen Segala
Walter Ricardo Brito
Marcos Akira d'Ávila

DOI 10.22533/at.ed.648191030919

CAPÍTULO 20 204

EROSÃO HÍDRICA EM ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS E ESTRATÉGIAS PARA O CONTROLE DA PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS

Ana Beatriz Alves de Araújo
Isaac Alves da Silva Freitas
Gabriela Cemirames de Sousa Gurgel
Ricardo Alves Maurício
Clédson Lucena de Araújo
Fiana Raissa Coelho Pereira
Eduardo Maurício Gadelha
Geovanna Maria Andrade de Oliveira
Lígia Raquel Rodrigues Santos
Matheus Monteiro da Silva
Raniere Fernandes Costa
Walesca Ferreira de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.648191030920

CAPÍTULO 21 214

ESTUDO CATALÍTICO DA POLIMERIZAÇÃO RADICALAR MEDIADA POR [Ni^{II}(N-SALICILIDENO-CICLOOCTILAMINA)₂] EM ACETATO DE VINILA E METACRILATO DE METILA

Talita Teixeira da Silva
Yan Fraga da Silva
Manoel Henrique dos Santos Galvão
Thais Teixeira da Silva
Sâmia Dantas Braga
Maria das Dores Alves de Oliveira
Juliana Pereira da Silva
Cristina Vidal da Silva Neta
João Clécio Alves Pereira
Geraldo Eduardo da Luz Júnior
Valdemiro Pereira de Carvalho Júnior
Nouga Cardoso Batista

DOI 10.22533/at.ed.648191030921

CAPÍTULO 22 228

DETERMINAÇÃO DE MERCÚRIO TOTAL E ORGÂNICO EM AMOSTRAS DE PRÓPOLIS E GEOPRÓPOLIS DO ESTADO DO PARÁ

Brenda Tayná Silva da Silva
Kelly das Graças Fernandes Dantas

DOI 10.22533/at.ed.648191030922

CAPÍTULO 23 241

AValiação da Secagem da Casca de Mangostão (*Garcinia mangostana* L.) em Diferentes Ambientes

Gabriela Nascimento Vasconcelos
Elza Brandão Santana
Rafael Alves do Nascimento
Elisangela Lima Andrade
Lorena Gomes Corumbá
Lênio José Guerreiro de Faria
Cristiane Maria Leal Costa

DOI 10.22533/at.ed.648191030923

CAPÍTULO 24 254

FAKE NEWS: UM PROBLEMA MIDIÁTICO MULTIFACETADO

Felipe de Matos Müller
Márcio Vieira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.648191030924

CAPÍTULO 25 268

IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE EM TANQUES DE NÍVEL DISPOSTOS DE FORMA NÃO-ITERATIVA

Luiz Fernando Gonçalves Pereira
Fernando Lopes Santana
Mario Luiz Pereira Souza
Renan Zuba Parrela
Saulo Fernando dos Santos Vidal

DOI 10.22533/at.ed.648191030925

CAPÍTULO 26	280
IMPROVING URBAN MOBILITY THROUGH A BUS COLLABORATIVE SYSTEM	
Fábio Rodrigues de la Rocha	
Ramon Tramontin	
DOI 10.22533/at.ed.648191030926	
CAPÍTULO 27	286
GRAPPHIA: UMA FERRAMENTA <i>M-LEARNING</i> PARA ENSINO DA ORTOGRAFIA	
Luciana Pereira de Assis	
Adriana Nascimento Bodolay	
Luiz Otávio Mendes Gregório	
Magno Juliano Gonçalves Santos	
Alessandro Vivas Andrade	
Pedro Henrique Cerqueira Estanislau	
Gilberto Carvalho Lopes	
Daniela Perri Bandeira	
DOI 10.22533/at.ed.648191030927	
CAPÍTULO 28	296
LEVANTAMENTO DAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS DISPONÍVEIS PARA O ESTUDO DE ATERRAMENTOS ELÉTRICOS	
Marcos Vinicius Santos da Silva	
Márcio Augusto Tamashiro	
Kaisson Teodoro de Souza	
Antonio Marcelino da Silva Filho	
Humberto Rodrigues Macedo	
DOI 10.22533/at.ed.648191030928	
CAPÍTULO 29	303
METODOLOGIA DE PURIFICAÇÃO DA GLICERINA GERADA COMO COPRODUTO NA PRODUÇÃO DE BIODIESEL	
Paulo Roberto de Oliveira	
Elise Ane Maluf Rios	
Fernanda Joppert Carvalho de Souza	
Renan Vidal Viesser	
Patrick Rodrigues Batista	
DOI 10.22533/at.ed.648191030929	
CAPÍTULO 30	316
NÍVEL DE VIBRAÇÃO LOCALIZADA EM UM DERRIÇADOR MECÂNICO PORTÁTIL UTILIZADO NO CAFEEIRO	
Geraldo Gomes de Oliveira Júnior	
Irlon de Ângelo da Cunha	
Adriano Bortolotti da Silva	
Raphael Nogueira Rezende	
Luana Elís de Ramos e Paula	
Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho	
Paulo Henrique de Siqueira Sabino	
DOI 10.22533/at.ed.648191030930	

CAPÍTULO 31	323
O ENSINO NA MODALIDADE EAD: PERSPECTIVAS SOBRE O PROCESSO EDUCATIVO NA MATEMÁTICA	
Lucilaine Goin Abitante	
Máriele Josiane Fuchs	
Elizângela Weber	
Cláudia Maria Costa Nunes	
DOI 10.22533/at.ed.648191030931	
CAPÍTULO 32	335
O USO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS COMO APOIO AO ENSINO E APRENDIZADO: UMA ABORDAGEM BASEADA NO BYOD	
Claudiany Calaça de Sousa	
Ennio Willian Lima Silva	
DOI 10.22533/at.ed.648191030932	
CAPÍTULO 33	352
COMPUTATIONAL METHOD H_{∞} APPLIED TO DEXTEROUS HAND MASTER - DHM	
Rildenir Silva	
Ivanildo Abreu	
Cristovam Filho	
DOI 10.22533/at.ed.648191030933	
CAPÍTULO 34	363
ÓXIDO DE CÁLCIO (CaO) OBTIDO POR PRECIPITAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO DE SOJA COMERCIAL	
Roberto Ananias Ribeiro	
Fernanda Barbosa Damaceno	
DOI 10.22533/at.ed.648191030934	
CAPÍTULO 35	374
PHOTOELECTROCATALYSIS PROPERTIES OF $CUWO_4$ POROUS FILM UNDER POLYCHROMATIC LIGHT	
Aline Estefany Brandão Lima	
Roberta Yonara Nascimento Reis	
Maria Joseíta dos Santos Costa	
João Paulo Carvalho Moura	
Luis Jefferson da Silva	
Reginaldo da Silva Santos	
Laécio Santos Cavalcante	
Elson Longo da Silva	
Geraldo Eduardo da Luz Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.648191030935	
SOBRE O ORGANIZADOR	384
ÍNDICE REMISSIVO	385

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SOLUBILIDADE DE ELEMENTOS A PARTIR DE RESÍDUOS DE DIFERENTES TIPOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Eduardo Baudson Duarte

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES,
Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde,
Curso de Pós-Graduação em Agroquímica
Alegre – ES

Amanda Péres da Silva Nascimento

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES,
Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde,
Departamento de Geologia
Alegre – ES

Mirna Aparecida Neves

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES,
Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde,
Departamento de Geologia
Alegre – ES

Diego Lang Burak

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES,
Centro de Ciências Agrárias e Engenharias,
Departamento de Agronomia
Alegre – ES

RESUMO: A produção de rochas ornamentais para uso na construção civil gera grande quantidade de resíduos, dentre os quais se destaca um material de granulação muito fina, também chamado de lama abrasiva. Esses resíduos têm sido descartados ou armazenados em depósitos ou aterros, que ainda funcionam sem critérios de seleção ou triagem, mas que estocam materiais com grande potencial de

aproveitamento em função de sua constituição. Os resíduos da lama abrasiva, compostos em grande parte pelo pó da rocha processada, possuem componentes minerais que podem ser úteis em outros processos produtivos. O trabalho aqui apresentado investigou o potencial de liberação de elementos químicos a partir dos resíduos finos gerados na serragem de diferentes tipos de rochas, usando diferentes tipos de teares. A mensuração da concentração de elementos foi feita no extrato solubilizado produzido conforme procedimentos da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Os resultados mostram que quantidades consideráveis de K, Na e Ca são liberadas dos resíduos e que a concentração desses elementos no eluato depende tanto do tipo de rocha serrada quanto do processo de serragem. A fina granulação e o pH elevado dos resíduos podem ser os fatores determinantes do tipo e quantidade de elementos solubilizados.

PALAVRAS-CHAVE: lama abrasiva, resíduos industriais, gestão.

PHYSICAL CHARACTERISTICS AND ELEMENTS SOLUBILITY FROM RESIDUES OF DIFFERENT TYPES OF DIMENSION STONES

ABSTRACT: The production of dimension

stones for building generates high quantities of wastes, mainly a thin-grained material, also called abrasive slurry. These wastes are stored or discarded in deposits or landfills, which still work without selection or screening, but storing material with high potential for exploitation due to their composition. The wastes from the abrasive slurry are composed essentially by rock powder and have components that can be applied in other productive processes. The aim of this work was to investigate the potential of different types of dimension stone wastes, produced by different types of looms, for the release of chemical elements by solubilization. The measurement of element concentrations was made in the solubilized extract produced according to the proceedings of the Brazilian Association of Technical Standards. Results show that considerable quantities of K, Na, and Ca are liberated from these wastes and the element concentrations in the eluate depends on both the type of rock sawed and the type of sawing process. The thin granulation and the high pH-values of the wastes can be the factors that control the kind and the quantities of liberated elements.

KEYWORDS: abrasive slurry, industrial wastes, management.

1 | INTRODUÇÃO

O principal polo produtor de rochas ornamentais da América Latina está na região Sudeste do Brasil e age como grande impulsionador econômico. O Estado do Espírito Santo é responsável por mais da metade das exportações brasileiras de rochas ornamentais (ABIROCHAS, 2018), sendo considerado o maior polo extrativista e de beneficiamento com destaque para o município de Cachoeiro de Itapemirim, localizado no sul do Estado.

Os resíduos são constituídos de pó e fragmentos de rocha com várias dimensões, desde centímetros até metros, além de restos de insumos industriais, tais como abrasivos e polidores. Na serragem dos blocos de rocha para conformação de placas, a geração da lama abrasiva merece atenção, pois a expressiva quantidade de resíduos produzida leva à dificuldade de destinação e armazenamento dos mesmos.

A serragem pode ser feita em dois tipos de teares: um deles usa lâminas de aço e o outro usa fios diamantados. O processo convencional é o que usa lâminas de aço, onde os teares são dotados de lâminas que se movimentam sobre os blocos de rocha sob a aspersão de uma polpa de serragem ou “lama abrasiva”, composta por granalha de aço (grãos milimétricos facetados), cal e água (BRAGA et al., 2010). O atrito entre lâmina, granalha e rocha, causa cominuição ou diminuição do tamanho da granalha, que com o tempo perde seu poder abrasivo. A lama é então descartada compondo um resíduo constituído por pó de rocha, cal e finos metálicos provenientes do desgaste das lâminas e da granalha. No tear de fios diamantados, também conhecido como multifios, não é necessário o uso de granalha e cal; assim, o resíduo gerado é composto, basicamente, de pó de rocha e água (MOREIRA; FREIRE; HOLANDA, 2003).

Trabalhos anteriores mostram que é possível o uso de resíduos de rocha ornamental em vários processos produtivos, como em cerâmica (TAGUCHI et al., 2014; REIS; DELLA-SAGRILLO; VALENZUELA-DIAZ, 2015; PRADO et al., 2009), concreto (BACARJI et al., 2013), materiais vítreos (SCARINCI et al., 2000) e até no tratamento de drenagem ácida de mina (BARROS et al., 2009). No setor agrícola, o pó de rocha pode ser usado no enriquecimento mineral e correção de acidez de solos (THEODORO; LEONARDOS, 2006; RAYMUNDO et al., 2013), que pode ser uma alternativa ambientalmente segura e de baixo custo extremamente importante em países como o Brasil. O uso desses materiais como matéria-prima em outros processos produtivos pode transformar resíduos em subprodutos úteis, diminuindo as grandes quantidades que são depositadas em aterros e contribuindo com a minimização dos impactos ambientais.

Diante dessa problemática, o setor tem o importante desafio de conciliar o desenvolvimento industrial com o desenvolvimento sustentável. Neste trabalho, foram conduzidos estudos para caracterização textural de resíduos provenientes do beneficiamento de diferentes tipos de rochas, selecionados de forma a abranger composições mineralógicas distintas, bem como a execução de ensaios de solubilização para avaliação da disponibilidade de alguns macroelementos que podem ser liberados em sua forma iônica para o meio aquoso.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta dos resíduos foi realizada na empresa de beneficiamento de rochas ornamentais Bramagran - Brasileiro Mármore e Granitos LTDA, no município de Castelo, Sul do Estado do Espírito Santo. Foram amostrados resíduos de quatro tipos diferentes de rochas ornamentais diretamente da saída do tear (Quadro 1), tanto de tear convencional quanto de multifios, evitando-se a mistura de resíduos de diferentes tipos de rochas. Logo após a coleta, procedeu-se à medição do pH das amostras.

Código	Nome comercial da rocha	Minerais principais	Tipo de tear	pH do resíduo coletado
VB	Verde Bahia	K-feldspato, plagioclásio, quartzo, biotita, anfibólio, piroxênio	Convencional	14,87
DW	Dália White	Plagioclásio, muscovita, quartzo, biotita, turmalina, pirita	Multifios	10,73
Pa	Patagônia	Plagioclásio, quartzo, Muscovita	Multifios	10,55
WM	White Macaúbas	Quartzo, plagioclásio, biotita	Multifios	9,91

Quadro 1: Materiais rochosos que forneceram os resíduos estudados neste trabalho, selecionados de acordo com o tipo de tear e o tipo de rocha processada.

Para a análise granulométrica foram seguidos os procedimentos da NBR 7217 (ABNT, 1987). As amostras foram retiradas dos frascos de coleta com o auxílio de espátulas e acomodadas em placas de petri, com a obtenção de cerca de 180 g de cada tipo de resíduo. O material foi submetido à secagem em estufa a 42°C, por aproximadamente vinte e quatro horas. Após secas, as amostras foram novamente pesadas, destorroadas e submetidas a peneiramento em um agitador elétrico, por 10 minutos na frequência de 10 Hz. Foi utilizado um conjunto de peneiras com as seguintes aberturas: 60 mesh ($> 250 \mu\text{m}$), 115 mesh ($250-125 \mu\text{m}$), 250 mesh ($125-63 \mu\text{m}$), 325 mesh ($63-45 \mu\text{m}$) e o caixilho ou fundo coletor ($< 45 \mu\text{m}$), que representa respectivamente as classes: areia média, areia fina, areia muito fina, silte grosso e silte fino/argila. As frações retidas foram, então, pesadas em balança de precisão para o posterior processamento dos dados e análise no *software* Gradistat (BLOTT; PYE, 2001).

A composição química dos resíduos foi obtida através da técnica de fluorescência de raios X (FRX). Para isso, foram preparadas pastilhas compactas e homogêneas por meio de prensagem do material fino. Uma alíquota de 8 g de amostra seca foi triturada e passada por peneira de 325 mesh. A amostra pulverizada foi misturada a um ligante na razão de 5:1; a mistura foi homogeneizada em um almofariz, acomodada em um molde de pastilhas para FRX e prensada por 7 minutos sob 10 toneladas.

Para a realização do teste de solubilização, foram adotados os procedimentos da NBR 10.006 (ABNT, 2004a), sendo o ensaio efetuado em triplicata. A extração do eluato foi feita com 50 g do material seco e desagregado, misturado em 200 mL de água deionizada e isenta de orgânicos. Realizou-se a diluição e agitação manual constante das misturas por 5 min em baixa velocidade. As misturas permaneceram em repouso por sete dias em temperatura ambiente controlada de 25° C. Depois da etapa de repouso, as misturas foram filtradas em membrana filtrante de $0,45 \mu\text{m}$ de porosidade, sendo assim obtidos os extratos solubilizados. Após a extração do eluato, foram medidos os valores de pH das soluções geradas. A quantificação de Na e K presente nos extratos foi determinada por fotômetro de chama e as concentrações de Ca e Mg foram determinadas por espectrometria de absorção atômica.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No processo de serragem de blocos para compor placas de revestimento ocorre uma intensa cominuição do material rochoso, o que contribui para a produção de um resíduo com granulometria muito fina. A distribuição granulométrica (Figura 1) mostra que as amostras são compostas por grãos menores do que 0,25 mm e que pelo menos 50% dos grãos possuem tamanhos que variam entre 0,125 (na amostra mais grossa) e 0,044 mm (na amostra mais fina). Dentre os materiais analisados, o Patagônia (Pa) produziu o resíduo mais fino, enquanto o Dália White (DW) deu

origem ao resíduo mais grosso.

O extrato solubilizado apresentou valores de pH entre 8,24 e 10,27 (Tabela 1). O material que forneceu resíduo com o maior valor de pH foi o VB, serrado em tear convencional, que utiliza cal como um dos insumos de serragem. Contudo, conforme a norma 10.004 (ABNT, 2004b), nenhuma das amostras apresentou pH dentro da faixa que poderia atribuir a característica de periculosidade em função da corrosividade do resíduo. Importante destacar que os valores de pH do extrato solubilizado são consideravelmente inferiores ao pH do resíduo original. O pH medido no momento da coleta variou entre 9,91 e 14,87, enquanto o pH do extrato solubilizado ficou entre 8,46 e 10,13. Isso mostra que a secagem do material e interações com o CO₂ atmosférico contribuem com a atenuação do pH dos resíduos, conforme já observado em pesquisas anteriores (NEVES et al., 2013; NEVES et al., 2018).

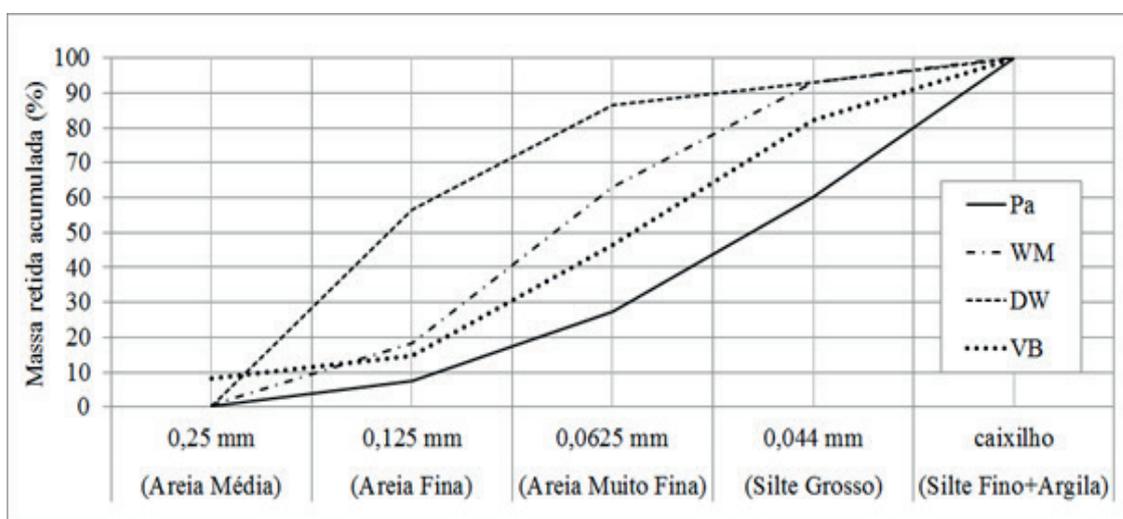


Figura 1: Distribuição granulométrica acumulada das amostras (Pa: Patagônia; WM: White Macaúbas; DW: Dália White e VB: Verde Bahia).

Código da amostra	Número de amostras	pH do eluato			
		Média	Desvio padrão	Valor mínimo	Valor máximo
VB	12	10,13	0,17	9,94	10,27
DW	12	8,52	0,15	8,37	8,67
Pa	12	8,56	0,32	8,27	8,91
WM	12	8,46	0,36	8,24	8,88

Tabela 1: Valores de pH do eluato extraído dos resíduos por meio do teste de solubilidade (Pa: Patagônia; WM: White Macaúbas; DW: Dália White e VB: Verde Bahia).

De acordo com o teste de solubilidade (Tabela 2), o resíduo VB apresentou maior disponibilidade de Na e K, diferindo significativamente dos demais materiais estudados. Por outro lado, apresentou menor solubilidade de Ca. Já o resíduo DW apresentou a segunda maior solubilidade de K e um dos maiores teores de Ca. Independentemente dos tipos de rocha, a solubilidade de Mg não diferiu de forma significativa ($p > 0,05$).

A partir do pH medido em campo e dos resultados da composição química e dos eluatos solubilizados, foram gerados gráficos de correlação entre o teor de sódio e potássio e a concentração de ambas espécies químicas extraídas nos ensaios de solubilização (Figura 2a e 2b), bem como a relação estabelecida entre o pH da amostra coletada e a concentração de sódio e potássio liberadas na extração (Figura 2c e 2d). Não há relação direta entre o teor total de sódio no resíduo e o teor de sódio que foi solubilizado no eluato (Figura 2a), dado o baixo coeficiente de determinação (R^2). Contudo, com relação ao potássio (Figura 2b), observa-se um melhor coeficiente de determinação, indicando que o potássio extraído pelo ensaio de solubilização tem relação direta com a composição química da rocha beneficiada, diferentemente do sódio, que provavelmente está associado com os insumos químicos empregados no processo de beneficiamento.

Já as relações estabelecidas entre as concentrações de sódio (Figura 2c) e potássio (Figura 2d) e o pH medido em campo apresentaram altos coeficientes de determinação. Acredita-se que o pH elevado no resíduo VB, contribuiu para a dissociação da estrutura cristalina de alguns silicatos presentes, causando liberação do potássio a partir do k-feldspato e da muscovita, contribuindo assim para elevar os teores de potássio no extrato solubilizado. Já o sódio, neste mesmo resíduo e nas mesmas condições de pH ditas anteriormente, não se dissocia da estrutura cristalina do plagioclásio, estando assim associado aos insumos químicos empregados no beneficiamento da rocha, onde os teores de sódio no extrato solubilizado superam até mesmo os teores de potássio extraído no mesmo ensaio.

Resíduo	Na (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	Ca (mg kg ⁻¹)	Mg (mg kg ⁻¹)
Pa	127,60±1,29c	125,60±1,01c	4,55±0,25a	1,29±0,10
WM	115,87±8,07c	76,80±2,84d	5,03±0,51a	1,07±0,15
DW	197,07±3,87b	146,27±2,78b	4,43±0,89a	1,42±0,05
VB	352,53±2,63a	248,80±2,08a	1,31±0,43b	0,70±0,37
F	534,92	992,05	8,96	2,3162
p	< 0,0001	< 0,0001	0,0061522	0,15224 ^{ns}

Tabela 2: Concentração de macroatômicos no eluato extraído dos resíduos pelo teste de solubilidade (Pa: Patagônia; WM: White Macaúbas; DW: Dália White e VB: Verde Bahia).

Nota: médias seguidas por uma mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); ns (não significativo) pelo teste F da análise de variância.

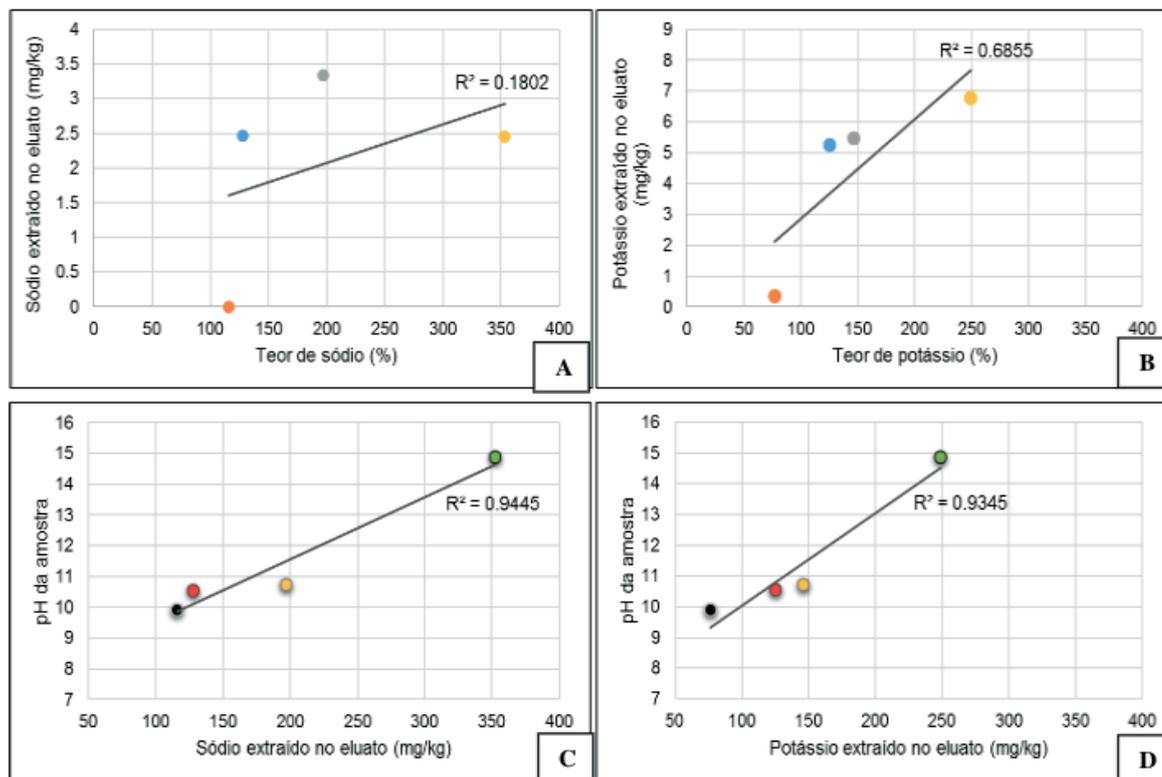


Figura 2: Correlação entre: A) teor de sódio total do resíduo e concentração de sódio obtido no ensaio de solubilização; B) teor de potássio total do resíduo e concentração de potássio obtido no ensaio de solubilização; C) sódio extraído no eluato e pH da amostra coletada; D) potássio extraído no eluato e pH da amostra coletada.

4 | CONCLUSÕES

Os resíduos provenientes da serragem de rochas ornamentais são compostos predominantemente por partículas de tamanho entre 0,125 e 0,044 mm. Essa característica é importante para a utilização destes materiais em outros processos produtivos, já que a energia que geralmente é dispendida na moagem pode ser economizada.

Os valores de pH do extrato solubilizado estão fora dos níveis que poderiam ser considerados corrosivos, embora sejam encontrados valores altos na amostragem dos resíduos.

A análise dos extratos solubilizados apresentou resultados significativos de sódio e potássio. O sódio está mais associado aos insumos utilizados no processo de beneficiamento do que com a mineralogia da rocha extraída, enquanto o potássio está relacionado com os minerais presentes, como muscovita e k-feldspato.

Recomenda-se a realização de novas extrações químicas utilizando diferentes meios extratores, como por exemplo Mehlich-1, ácido cítrico e digestão nítrica assistida em forno micro-ondas, e a quantificação de elementos-traços eventualmente presentes nesses materiais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Bramagran - Brasileiro Mármore e Granitos Ltda pelo fornecimento dos materiais estudados neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABIROCHAS - Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. **O Setor Brasileiro de Rochas Ornamentais**. Brasília, 34 p., 2018.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7217 – Agregados: Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 3 p., 1987.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004 - Resíduos sólidos - classificação**. Rio de Janeiro, 77 p., 2004a.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10006 - Procedimentos para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 3 p., 2004b.
- BACARJI, E; TOLEDO FILHO, R. D.; KOENDERS, E. A. B.; FIGUEIREDO, E. P.; LOPES, J. L. M. P. Sustainability perspective of marble and granite residues as concrete fillers. **Construction and Building Materials**, v. 45, p. 1–10, 2013.
- BARROS, R. J.; JESUS, C.; MARTINS, M.; COSTA, M. C. Marble stone processing powder residue as chemical adjuvant for the biologic treatment of acid mine drainage. **Process Biochemistry**, v. 44, p. 477–480, 2009.
- BLOTT, S. J.; PYE, K. GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for analysis of unconsolidated sediments. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 26, p. 1237-1248, 2001.
- BRAGA, F. S.; BUZZI, D. C.; COUTO, M. C. L.; LANGE, L. C. Caracterização ambiental de lamas de beneficiamento de rochas ornamentais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 15, p. 237-244, 2010.
- MOREIRA, J. M. S.; FREIRE, M. N.; HOLANDA, J. N. F. Utilização de resíduo de serragem de granito proveniente do estado do Espírito Santo em cerâmica vermelha. **Cerâmica**, v. 49, n. 312, p. 262-267, 2003.
- NEVES, M. A.; NADAI, C.P.D.; FONSECA, A. B.; PRADO, A. C. A.; GIANNOTTI, J. G.; RAYMUNDO, V. pH e umidade dos resíduos finos de beneficiamento de rochas ornamentais. **Revista Escola de Minas**, v. 66, p. 239-244, 2013.
- NEVES, M. A.; DOMINGUES, L. V.; PESSOA, A. D.; BURAK, D. L.; GIANNOTTI, J. D.G. Ensaio em colunas de solo para estudo da influência dos resíduos finos de rochas ornamentais na qualidade da água. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 6, p. 1111-1119, 2018.
- PRADO, A. C. A.; TAGUCHI, S. P.; NEVES, M. A.; SOARES, R. H.; FONSECA, A. B. Use of fine wastes from dimension stone industry in the manufacture of ceramic tile. **Materials Science Forum**, v. 727-728, p. 703-709, 2012.
- RAYMUNDO, V.; NEVES, M. A.; CARDOSO, M. S. N.; BREGONCI, I. S.; LIMA, J. S. S.; FONSECA, A. B. Resíduos de serragem de mármore como corretivo da acidez de solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online)**, v. 17, p. 47-53, 2013.
- REIS, A. S.; DELLA-SAGRILLO, V. P.; VALENZUELA-DIAZ, F. R. Analysis of dimension stone waste addition to the clayey mass used in roof tile production. **Materials Research**, v. 18, p. 63-69, 2015.

SCARINCI, G.; BRUSATIN, G.; BARBIERI, L.; CORRADI, A.; LANCELLOTTI, I.; COLOMBO, P.; S. HREGLICH, S.; DALL'IGNA, R. Vitrification of industrial and natural wastes with production of glass fibres. **Journal of the European Ceramic Society**, v. 20, p. 2485-2490, 2000.

TAGUCHI, S. P.; SANTOS, J. C.; GOMES, T. M.; CUNHA, N. A. Evaluation of technological properties of red ceramics incorporated with dimension stones waste from diamond wire loom. **Cerâmica**, v. 60, p. 291-296, 2014. ABNT

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 78, p. 721-730, 2006.

SOBRE O ORGANIZADOR

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

(E-mail: cleber_frs@yahoo.com.br) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento urbano 78

Aprendizagem 35, 38, 39, 46, 47, 48, 286, 287, 288, 289, 295, 323, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 336, 339, 341, 343, 345, 348, 350

Aspergillus flavus 105, 106, 108, 109, 110, 114, 115

Aterramentos elétricos 296, 297, 301, 302

Atividade antioxidante 170, 171, 172, 175, 179, 180, 181

B

Biodiesel 303, 304, 305, 306, 314, 315, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373

Biotransformação 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 131

C

Cadernos escolares 1, 3, 4, 5, 9

Cafeeiro 317

Catálise 24, 26, 117, 126, 222, 363, 366, 368

D

Dispositivos móveis 286, 289, 293, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 345, 346, 347, 349, 350, 351

E

Ensino 1, 2, 4, 12, 13, 15, 17, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 47, 48, 80, 105, 286, 287, 288, 294, 295, 297, 298, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 344, 346, 348, 349, 350, 351

Escolas paroquiais 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 13

G

Geometria 2, 12, 28, 185, 187, 299

H

História da Educação Matemática 1, 2, 14

I

Impactos ambientais 61, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 107, 210

K

Kavain 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127

L

Lama abrasiva 59, 60

M

Metátese 116, 117, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126

Middleboxes 138, 139, 140, 141, 142, 143

Modelagem computacional 49, 50, 69, 296

N

Nanopartículas 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 196, 203

O

Óxido de cálcio 363, 364, 367, 368, 369, 371, 373

Óxido de cobre 24, 25, 27, 30, 31, 33, 34

P

Polimerização Radicalar 215

R

Resíduos industriais 59

Resistividade do solo 296

Rhodamine B 374, 376, 381, 382

Robótica 35, 37, 38, 40, 41, 46, 47, 48

S

Smart Cities 280

T

Transporte de nêutrons 49, 50, 51, 57

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-641-6

