



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

NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE COBRE (II): AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES ESTRUTURAIS, MORFOLÓGICAS E TÉRMICAS PARA APLICAÇÃO EM CATÁLISE

Maria Iaponeide Fernandes Macêdo

Fundação Centro Universitário Estadual da Zona
Oeste – UEZO
Rio de Janeiro - RJ

Pedro Luiz Ferreira de Sousa

Fundação Centro Universitário Estadual da Zona
Oeste – UEZO
Rio de Janeiro - RJ

Karine Loíse Corrêa Conceição

Fundação Centro Universitário Estadual da Zona
Oeste – UEZO
Rio de Janeiro - RJ

Neyda de la Caridad Om Tapanes

Fundação Centro Universitário Estadual da Zona
Oeste – UEZO
Rio de Janeiro - RJ

Roberta Gaidzinski

Fundação Centro Universitário Estadual da Zona
Oeste – UEZO
Rio de Janeiro - RJ

RESUMO: O presente trabalho reporta a avaliação estrutural, morfológica e térmica das nanopartículas de CuO, visando o entendimento de suas propriedades para incorporá-lo em matrizes para aplicação em catálise. O CuO foi sintetizado pelo método da coprecipitação a partir do $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (0,1 e 0,2 mol/L) e NaOH (1 mol/L). As concentrações dos precursores e as temperaturas de reação de 50 e 75°C foram

monitoradas e as nanopartículas obtidas foram caracterizadas por DRX, TEM, MEV e TGA. Os DRX apresentaram perfis semelhantes com pequenas variações na intensidade e largura dos picos. Comparados os DRX com o padrão, se confirma a formação de CuO. As amostras apresentaram picos em $2\theta=35,6$; $38,7$ e $48,9^\circ$ que correspondem aos planos cristalográficos (002) e (-111); (200) e (111); (-202) respectivamente do CuO na célula monoclinica. A amostra sintetizada a 75°C e 0,1mol/L apresentou picos adicionais pela formação de brochantite ($2\theta=25^\circ$) e de posnjakite, ($2\theta=30^\circ$), indicando que o aumento da temperatura e o uso de concentrações menores dificulta a eliminação do íon sulfato na formação do CuO puro. O tamanho das partículas foi estimado pela equação de Scherrer, usando o pico em $2q=35,6^\circ$. O tamanho médio de partículas foi entre 8,8 a 13,4 nm. As imagens de MEV e TEM apresentaram agregados de cristalitos na forma de bastões. A TGA mostrou perda de massa de 5,1% até a temperatura de decomposição do CuO (900°C). O método investigado tem vantagem de ser simples, rápido e de baixo custo.

PALAVRAS-CHAVE: Nanopartículas, óxido de cobre (II), coprecipitação, propriedades.

ABSTRACT: The present work reports the structural, morphological and thermal evaluation

of the CuO nanoparticles, aiming the understanding of their properties to incorporate it in matrices for application in catalysis. CuO was synthesized by the coprecipitation method from $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (0.1 and 0.2 mol/L) and NaOH (1 mol/L). The concentrations of the precursors and the reaction temperatures of 50 and 75°C were monitored and the nanoparticles obtained were characterized by XRD, TEM, MEV and TGA. The XRD presented similar profiles with small variations in the intensity and width of the peaks. Comparing the XRD with the standard, CuO formation is confirmed. The samples presented peaks at $2\theta=35.6$; 38.7 and 48.9° corresponding to the crystallographic planes (002) and (-111); (200) and (111); (-202) respectively of CuO in the monoclinic cell. The sample synthesized at 75°C and 0.1 mol/L presented additional peaks due to the formation of brochantite ($2\theta=25^\circ$) and posnjakite ($2\theta=30^\circ$), indicating that increasing temperature and lower concentrations make it difficult to eliminate of the sulfate ion in the formation of pure CuO. The particle size was estimated by the Scherrer equation, using the peak at $2\theta=35.6^\circ$. The mean particle size was between 8.8 and 13.4 nm. SEM and TEM images showed aggregates of crystallites in the form of rods. TGA showed a mass loss of 5.1% up to the decomposition temperature of CuO (900°C). The method investigated has the advantage of being simple, fast and low cost.

KEYWORDS: Nanoparticles, copper (II) oxide, coprecipitation, properties

1 | INTRODUÇÃO

O interesse por materiais nanoestruturados e suas propriedades têm sido considerado como uma das fronteiras científicas para o século 21 e investigados em áreas cada vez mais abrangentes. Os nanomateriais têm recebido muita atenção em razão do aparecimento de novas propriedades incluindo a grande área superficial e alta atividade de reação. Devido ao rápido desenvolvimento da nanotecnologia, os nanomateriais com várias formas e diâmetros têm sido preparados e usados em alguns produtos industriais e em commodities.

Entre os diversos materiais que podem ser desenvolvidos com dimensões nanométricas, os óxidos metálicos, têm recebido muita atenção do ponto de vista científico e tecnológico por ser a classe de nanomateriais com propriedades diversificadas.

Entre os diversos óxidos metálicos, o óxido de cobre (II) se destaca por ser um material semicondutor com excelentes propriedades físicas e químicas, que podem ser amplificadas pelas mudanças nas suas nanoestruturas.

A obtenção de nanoestruturas exige muita atenção e um rigoroso monitoramento, desde a escolha da metodologia, o tipo de precursores, a concentração e temperatura de reação, que muito influenciam nas interações eletrostáticas, impedimentos estéricos, morfologia e tamanho dos materiais nanoestruturados (DAFF, 2009).

Nanopartículas (NPs) de óxido de cobre são interesse tecnológico em razão das suas propriedades físicas e químicas, e vem atraindo atenções especiais em vários campos, exibindo uma gama de propriedades, tais como, supercondutividade

a alta temperatura, efeitos de correlação de elétrons e dinâmica de spin (CAUA, 1990; TRANQUARD, 1995). Como um composto semiconductor com uma estrutura monoclinica, possui propriedades fotovoltaicas e fotocondutoras úteis devido as estruturas cristalinas de CuO possuírem um gap de banda estreita (XU, 1999).

Além dessas propriedades, as NPs de CuO possuem características que podem melhorar a viscosidade do fluido e a condutividade térmica. Essas propriedades fazem delas um material econômico em energia e que pode melhorar o efeito da conversão de energia (NAMBURU, 2007).

As NPs de CuO foram aplicadas em diferentes áreas, incluindo baterias (ZHANA, 2005), supercondutores de alta temperatura (DAR, 2008), conversão de energia solar (YIN, 2005), emissores de emissão de campo (DAR, 2008) sensores de gás (JAMMI, 2009) e catálise (ZHOU, 2006).

Para a catálise industrial, as NPs de CuO podem substituir os catalisadores de metais nobres para oxidação de monóxido de carbono (CHANG, 2005), o que reduziria o custo de produção e melhoraria a eficiência catalítica.

A suspensão de NPs de CuO possui excelente condutividade térmica e pode ser utilizada como fluido de transferência de calor em máquinas operatrizes (HERNÁNDEZ-BALTEZ, 2008), podem ser misturadas com polímeros para obter compósitos com propriedades químicas e físicas únicas e usado para reduzir o atrito (HERNÁNDEZ-BALTEZ, 2010), e consertar superfícies desgastadas; ainda podem ser usadas como aditivos em lubrificantes, polímeros/plásticos e revestimentos metálicos (PAN, 2010).

Além disso, as áreas superficiais altas e as morfologias diferenciadas dos cristais conferem as NPs de CuO atividade antimicrobiana com baixo custo e baixa toxicidade (STOIMENOU, 2008; REN, 2009; ANANTH, 2014).

Dentre os vários métodos para obtenção de nanopartículas de CuO (DAREZERESHKI, 2011), o método da coprecipitação pode ser excelente, quando monitorado para que o processo de precipitação seja quantitativo e simultâneo, sem que ocorra a separação preferencial de alguns dos constituintes nos precipitados formados. Para tal, é necessário um controle rígido dos parâmetros como o pH da solução, viscosidade, temperatura, concentração dos reagentes e controle nas diferenças de solubilidade entre as várias fases precipitantes que afetam fortemente a cinética de precipitação, para a obtenção de pós homogêneos e com características desejadas.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo a síntese de nanopartículas de CuO pelo método da coprecipitação visando o estudo da influência da temperatura (50 e 75°C) e da variação da concentração do $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (0,1 e 0,2 mol/L) com o agente precipitante NaOH (1 mol/L) na formação de CuO com única fase cristalina e com intervalo pequeno do tamanho médio dos cristalitos para aplicação catalíticas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os reagentes químicos usados para obtenção das nanopartículas de CuO foram de grau analítico, pureza de 99,999 %, da marca VETEC e foram utilizados sem prévia etapa de purificação. Todas as soluções aquosas foram preparadas com água deionizada (Sistema Mili-Q de purificação de água, Millipore Inc., USA) com resistividade maior que 18 MΩ/cm.

2.1 Síntese das nanopartículas de CuO pelo método da coprecipitação

As nanopartículas de óxido de cobre (II) foram sintetizadas a partir de uma solução aquosa de sulfato de cobre penta hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) que foi colocada em uma balão de três bocas (200 mL) preso em um suporte universal. Neste balão foram colocados o termômetro, uma bureta (contendo o agente precipitante, NaOH, para adição gota a gota) e por último, uma tampa para evitar a evaporação da solução e acesso para monitoramento do pH. A agitação foi feita com um agitador magnético contendo controle de temperatura e nível de agitação.

Os ensaios foram realizados nas temperaturas (50 e 75°C) e nas concentrações de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (0,1 e 0,2 mol/L) e NaOH (1mol/L), para avaliar o efeito destes parâmetros nas características das nanopartículas de CuO. O precipitado obtido em cada ensaio foi submetido ao processo de filtração e secagem em estufa a vácuo por 3h a 80°C. (CONCEIÇÃO, 2016; SOUSA, 2018; MACÊDO, 2018).

2.2 Caracterização das nanopartículas de CuO

Difração de raios X - As medidas de DRX foram utilizadas para acompanhar a formação e a evolução das fases cristalinas com variação em 2θ de 5 até 80°, com passo de 0,02° e tempo de integração de 2s por passo. Esta técnica forneceu informações sobre a estrutura cristalina da amostra, ou seja, a organização do material a longa distância. Os dados de DRX foram obtidos em um equipamento da Rigaku, modelo Miniflex II, utilizando radiação Cu K α ($\lambda=1,5406 \text{ \AA}$). As amostras em forma de pó foram colocadas em porta-amostras, levadas ao difratômetro de raios X e analisadas com tensão de 40 kV e corrente de filamento de 150 mA. Os difratogramas das amostras foram analisados e comparados com fichas cristalográficas JCPDS (Joint Committee on Powder Diffraction Standards) e ICSD (Inorganic Crystal Structure Data Base) obtidas pelo método computacional. Os DRX também foram utilizados para estimar o tamanho dos cristalitos de acordo com a equação de Scherrer.

Microscopia Eletrônica de Transmissão (TEM) - As imagens de TEM foram realizadas no microscópio de transmissão, marca modelo JEOL-JEM1011, com potencial elétrico de aceleração de 300 kV. As amostras foram preparadas gotejando-se uma dispersão das amostras em isopropanol, que foram previamente sonicadas por 5 min, em uma grade de cobre de 300 mesh recoberto com filme de carbono e

analisadas pelo MET após 48h de secagem à temperatura ambiente.

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) - As imagens de MEV foram realizadas em um microscópio modelo JEOL JSM-6390V. As amostras foram colocadas em porta amostra e recobertas com ouro, e colocada em ultra vácuo por 1h. As imagens foram obtidas com tensão de aceleração de 15 KV e ampliações de 500X.

Análise termogravimétrica (TGA) - As curvas de TGA foram realizadas em um analisador térmico simultâneo NETZSCH STA 44 F3. A amostra foi colocada em um porta amostra de platina sob atmosfera de N_2 com fluxo de 10 mL/min e taxa de aquecimento de $10^\circ\text{C}/\text{min}$ e intervalo de 25 a 1000°C .

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sulfato de cobre (CuSO_4) é o reagente de cobre mais comum, apresenta-se na forma de cristais azuis em razão das suas águas de hidratação, sua estrutura pentahidratada é melhor descrita como mostra a Figura 1a. O cobre está ligado a quatro moléculas de água e aos átomos de oxigênio de dois ânions sulfato apresentando uma estrutura octaédrica distorcida. A quinta molécula de água não está coordenada diretamente ao cobre, e sim, ligada aos ânions sulfato por meio de ligação de hidrogênio (Figura 1b). A geometria do $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ cristalino é triclínica como apresentado na Figura 1c.

O sulfato de cobre pentahidratado decompõe-se antes de liquefazer, perdendo quatro águas de hidratação entre a temperatura de 110°C a 200°C , graças ao rompimento das interações de Van der Waals. Na temperatura de 650°C , o sulfato de cobre(II) decompõe-se em CuO e SO_3 [LEE, 1999].

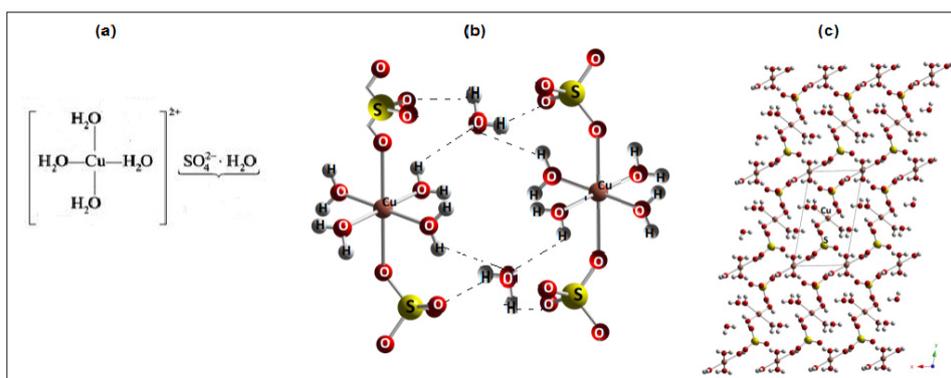
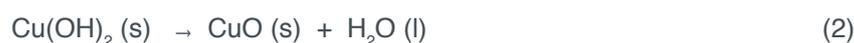


Figura 1. (a) Sulfato de cobre pentahidratado (b) Estrutura octaédrica distorcida e (c) sua geometria triclínica.

Na síntese das nanopartículas de CuO foi observado que ao adicionar o NaOH (1 mol/L), ao sulfato de cobre aquoso, os íons metálicos (Cu^{2+}) são hidrolisados formando rapidamente o composto verde azulado de hidróxido de cobre, $\text{Cu}(\text{OH})_2$,

que possui a estrutura de coordenação quadrado planar instável, e com aquecimento na temperatura desejada e pH alto (~13) a solução vai se transformando na cor marrom até a permanência de um sólido de cor preta característica do CuO (LEE, 1999). Em pH elevado se evita o rápido crescimento das nanopartículas após a nucleação, mantendo a carga eletrostática superficial em seu máximo durante a formação das mesmas e minimizando sua área superficial.

As reações abaixo representam o que acontecem durante a síntese para obtenção do CuO.



Difração de Raios X

A Figura 2 mostra os DRX das amostras e do padrão JCPDS do CuO. Os DRX apresentaram perfis semelhantes com pequenas variações na intensidade e na largura dos picos. Quando comparados os DRX das amostras com o padrão, se confirma a formação de CuO.

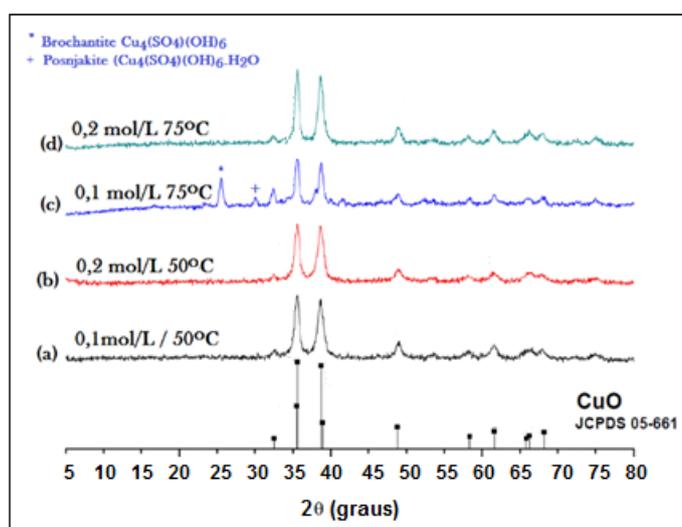


Figura 2. DRX das amostras e do padrão JCPDS do CuO.

As amostras apresentam picos majoritários principais em $2\theta = 35,6; 38,7$ e $48,9^\circ$ que correspondem aos planos cristalográficos e são especificados pelos três índices de Miller na forma (hkl) que são (002) e (-111); (200) e (111); (-202) respectivamente, e pertencem ao sistema cristalino monoclinico do CuO, com base no padrão (JCPDS, 2009). Tem grupo cristalográfico pontual $2/m$ ou $C2h$. O grupo espacial da célula unitária é $C2/c$, e os parâmetros de rede são $a = 4,6837(5)$, $b = 3,4226(5)$, $c = 5,1288(6)$, $\beta = 99,54(1)^\circ$ (VOLANTI, 2008). Nesta estrutura, o átomo de cobre é

coordenado a quatro átomos de oxigênio numa configuração quadrado planar como mostra a Figura 3.

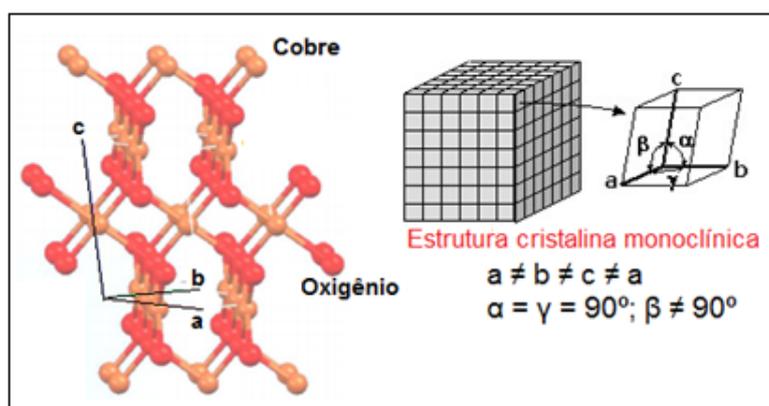


Figura 3. Representação da célula unitária do CuO.

O difratograma de raios X da Figura 2c, sintetizada a (0,1 mol/L e 75°C), foram observados picos adicionais em ($2\theta = 25$ e 30°) em razão da formação de *brochantite* ($\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$) e de *posnjakite* ($\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$), respectivamente, confirmados pela fichas cristalográficas do ICSD (LANGE, 2010; ICSD, 2009), indicando que o aumento da temperatura de (50 para 75°C) e concentrações menores de (0,2 para 0,1 mol/L) dificulta a eliminação do íon sulfato na formação do óxido de cobre, corroborando com Darezereshki e colaboradores (DAREZERESHKI, 2011) que obtiveram resultados semelhantes ao utilizar CuSO_4 como precursor.

O CuO em meio alcalino (pH~13) é a forma mais estável (FROST, 2003) e a brochantite se torna a fase mais estável se o pH estiver entre 4 e 6.

O tamanho dos cristalitos pode ser estimado aplicando a equação de Scherrer (3), a qual utiliza a largura dos picos na metade de sua intensidade em radianos (FWHM) como parâmetro para determinar o tamanho médio de cristalito em nm, (D); o ângulo de incidência (q) em radianos e o comprimento de onda incidente ($\lambda = 1,5406 \text{ \AA}$).

$$D = \frac{0,9 \lambda}{FWHM \cos \theta} \quad (3)$$

Pelos resultados dos DRX (Figura 2) observa-se que o pico de maior intensidade é em $2\theta = 35,6^\circ$. Os parâmetros, ângulo de pico (θ) e FWHM foram calculados utilizando o software Origin 7 e determinados o tamanho médio dos cristalitos para as amostras (a, b, c e d) obtendo-se valores de 8,8; 9,0; 12,8 e 13,4 nm, respectivamente. Os resultados indicam que a temperatura de reação e a concentração dos precursores influenciam no tamanho de cristalito.

Microscopia Eletrônica de Transmissão (TEM)

A Figura 4 mostra as imagens de TEM em campo claro para as nanopartículas de CuO que se apresentaram na temperatura de 50°C como aglomerados de cristalitos entre 8,8-9,0 nm e com estruturas tridimensionais. Com o aumento da temperatura (75°C) os cristalitos apresentaram dimensões maiores com uma orientação linear, com tamanho médio entre 9,5-13,4 nm.

A Figura 4c apresenta estruturas irregulares que corresponde às condições de reação onde as partículas sintetizadas apresentaram misturas de óxido de cobre (brochantite e posnjakite) detectados pelo DRX.

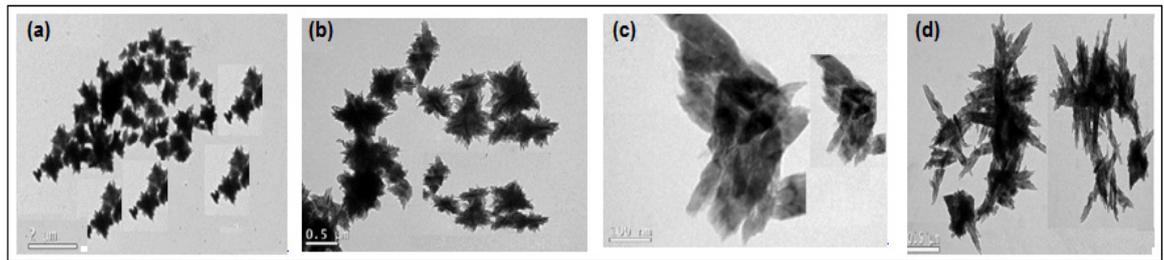


Figura 4. Imagens de TEM das nanopartículas de CuO. (a e b) sintetizadas a 0,1 molL⁻¹/50°C e 0,2 molL⁻¹/50°C, (c e d) sintetizadas a 0,1 molL⁻¹/75°C e 0,2 molL⁻¹/75°C.

O tamanho de cristalitos calculados a partir das imagens TEM e os valores obtidos pela equação de Scherrer, apresentaram uma boa correlação.

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A Figura 5 mostra as imagens de MEV das nanopartículas de CuO, onde se observam agregados de cristalitos na forma de bastões.

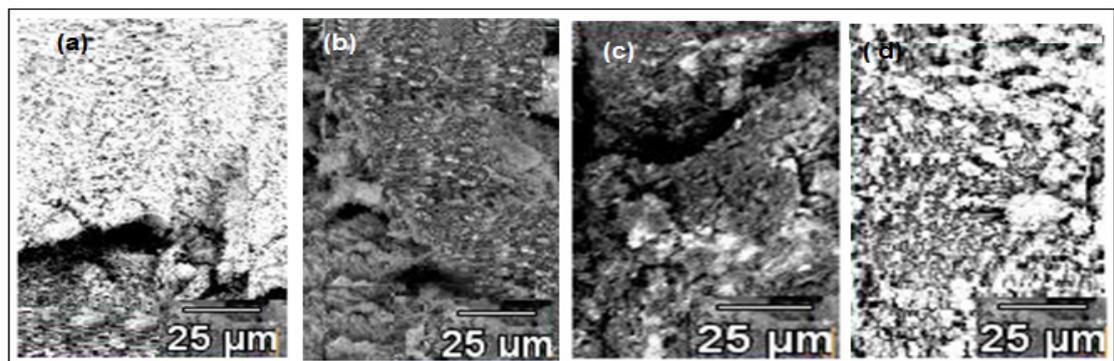


Figura 5. Imagens de MEV das nanopartículas de CuO. (a e b) sintetizadas a 0,1 molL⁻¹/50°C e 0,2 molL⁻¹/50°C, (c e d) sintetizadas a 0,1 molL⁻¹/75°C e 0,2 molL⁻¹/75°C.

A Figura 6 mostra a curva de TGA da amostra com menor tamanho de cristalitos, ou seja, a amostra sintetizada a 0,1 mol/L e 50°C. A curva de TGA mostra o primeiro evento na faixa de temperatura entre 25 e 136°C uma perda de massa de 3,6%

(m/m) em razão da vaporização de água e um segundo evento, na temperatura de 283°C associado a uma perda de massa de 1,5% (m/m) devido a eliminação de água de cristalização. Em razão de uma baixa perda de massa total (5,1% (m/m)) as nanopartículas apresentam boa estabilidade térmica, da temperatura ambiente até a temperatura de decomposição do CuO (900°C).

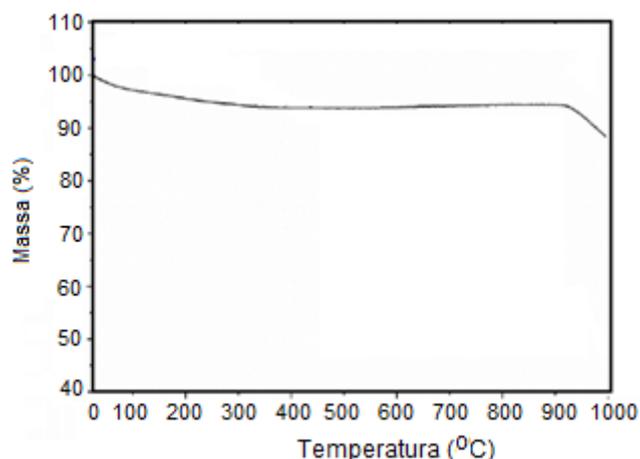


Figura 6. Curva de TGA das nanopartículas de CuO sintetizada a 0,1 mol/L e 50°C.

4 | CONCLUSÃO

A formação de nanopartículas de CuO com tamanho médio de 8,8 nm observadas pelo DRX, indica que o método de coprecipitação pode gerar materiais cristalinos puros, que é fundamental na obtenção e aplicação do material final desejado, e com vantagens da metodologia ser simples, rápida e de baixo custo.

As nanopartículas foram observadas pelo MEV e TEM como agregados de cristalitos na forma de bastões. O tamanho dos cristalitos calculados a partir das imagens de TEM e os valores obtidos pela equação de Scherrer apresentaram uma boa correlação.

A temperatura de reação tem influência na orientação de crescimento dos cristais. Na temperatura de 50°C, os cristalitos se aglomeram em estruturas tridimensionais e na temperatura de 75°C, o crescimento dos cristais segue uma orientação mais linear semelhante a um bastão.

A curva de TGA apresentou uma perda de massa de 5,1% entre 25 até 900°C, indicando uma boa estabilidade térmica das nanopartículas de CuO.

O material desenvolvido tem potencial para ser investigado quanto às propriedades catalíticas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio financeiro fornecido pela FAPERJ.

REFERÊNCIAS

- ANANTH, A. et al. **Copper oxide nanomaterials: synthesis, characterization and structure specific antibacterial performance**. Chemical Engineering Journal, v. 262, p. 179-188, 2014.
- CAVA, R.J. **Structural chemistry and the local charge picture of copper oxide superconductors**. Science, v.247, p.656-662, 1990.
- CHANG, H. et al. **Rheology of CuO nanoparticle suspension prepared by ASNSS**. Rev. Adv. Mater. Sci., v.10, p. 128-132, 2005.
- CHOWDHURI, A. et al. **Response speed of SnO₂-based H₂S gas sensors with CuO nanoparticles**. Appl. Phys. Lett., v. 84, p. 1180-1182, 2004.
- CONCEIÇÃO, K. L.C. et al. **Efeito da Concentração de reação na síntese de nanopartículas de óxido de cobre (II) pelo método da coprecipitação**. X Jornada de Ciência e Tecnologia, UEZO-RJ, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 2018.
- DAFF, T. D. et al. **Computer simulations of the effect of atomic structure and coordination on the stabilities and melting behavior of copper surfaces and nanoparticles**. Surface Science, v. 603, n.3, p.445-454, 2009.
- DAR, M.A., et al. **Structural and magnetic properties of CuO nanoneedles synthesized by hydrothermal method**. Appl. Surf. Sci., v. 254, p. 7477-7481, 2008.
- DAREZERESHKI, et al. **A novel technique to synthesis of tenorite (CuO) nanoparticles from low concentration CuSO₄ solution**. Journal of Mining and Metallurgy, Section B: Metallurgy, v. 47, n. 1, p. 73-78, 2011.
- FROST, R. L. **Raman spectroscopy of selected copper minerals of significance in corrosion**. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. v.59, n. 6, p. 1195-1204, 2003.
- HERNÁNDEZ BATTEZ, A. et al. **CuO, ZrO₂ and ZnO nanoparticles as antiwear additive in oil lubricants**. Wear, v. 265, p. 422–428, 2008.
- HERNÁNDEZ BATTEZ, A. et al. **Friction reduction properties of a CuO nanolubricant used as lubricant for a NiCrBSi coating**. Wear, v. 268, p. 325-328, 2010.
- ICSD - **Inorganic Crystal Structure Database**, nº. 97704 e nº 100276, 2009.
- JAMMI, S. et al. **CuO nanoparticles catalyzed C-N, C-O, and C-S cross-coupling reactions: Scope and mechanism**. J. Org. Chem., v. 74, p. 1971–1976, 2009.
- JCPDS - **Joint Committee on Powder Diffraction Standards**, nº 05-661, 2009.
- LALINA, John N. et al., **Principles of Inorganic Materials Design**. New Jersey: John Wiley and Sons, 2010.
- LANGE, A.S. et al. **Synthesis and optical characterization of copper oxide nanoparticles**. Advances in Applied Science Research v.1, n.2, p. 36-40, 2010.
- LEE, J.D., **Química Inorgânica, não tão concisa**, 5ed, Edgard Blucher Ltda, São Paulo-SP, 1999.
- MACÊDO, M.I.F. et al. **Síntese e caracterização de nanopartículas de óxido de cobre (II) para aplicação como material antimicrobiano**. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Foz do Iguaçu-PR, Brasil, p. 3782-3792, 2018.

- NAMBURU, P.K. et al. **Viscosity of copper oxide nanoparticles dispersed in ethylene glycol and water mixture.** Exp. Therm. Fluid Sci., v.32, p. 397-402, 2007.
- PAN, X. et al. **Mutagenicity evaluation of metal oxide nanoparticles by the bacterial reverse mutation assay.** Chemosphere, v.79, p. 113–116, 2010.
- REN, G. et al. **Characterisation of copper oxide nanoparticles for antimicrobial applications.** Int. J. Antimicrob. Agents, v. 33, p.587–590, 2009.
- SOUSA, P.L.F. et al. **Propriedades morfológicas e térmicas das nanopartículas de óxido de cobre (II) para aplicação catalítica.** XI Jornada de Ciência e Tecnologia, UEZO-RJ, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 2018.
- STOIMENOV, P.K. et al. **Metal oxide nanoparticles as bactericidal agents.** Langmuir, v. 18, p. 6679–6686, 2008.
- TRANQUADA, J.M. et al. **Evidence for stripe correlations of spins and holes in copper oxide superconductors.** Nature, v.375, p.561-563, 1995.
- VOLANTI, D.P. et al. **Synthesis and characterization of CuO flower nanostructure processing by a domestic hydrothermal micro-wave.** Journal of Alloys and Compounds, v. 459, p. 537-542, 2008.
- XU, J.F. et al. **Preparation and characterization of CuO nanocrystals.** Journal Solid State Chemistry, v.147, p.516-519,1999.
- YIN, M. et al. **Copper oxide nanocrystals.** J. Am. Chem. Soc., v. 127, p. 9506-9511, 2005.
- ZHANG, D. W. et al. **Cu nanoparticles derived from CuO electrodes in lithium cells.** Nanotechnology, v.16, p. 2338-234, 2005.
- ZHOU, K. et al. **Synthesis, characterization and catalytic properties of CuO nanocrystals with various shapes.** Nanotechnology, v.17, p.3939-3943, 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

