

HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
JOÃO DALLAMUTA
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias



Atena
Editora
Ano 2022

HENRIQUE AJUZ HOLZMANN
JOÃO DALLAMUTA
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Engenharias: criação e repasse de tecnologias

Diagramação: Camila Alves de Cremona
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia: criação e repasse de tecnologias / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0039-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.394222803>

1. Engenharia. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

Na sociedade atual, onde cada vez mais se necessita de informações rápidas e eficientes, o repasse de tecnologias é uma das formas mais eficazes de se obter novas tendências mundiais. Neste cenário destaca-se as engenharias, as quais são um dos principais pilares para o setor empresarial. Analisar os campos de atuação, bem como pontos de inserção e melhoria dessa área é de grande importância, buscando desenvolver novos métodos e ferramentas para melhoria contínua de processos.

Estudar temas relacionados a engenharia é de grande importância, pois desta maneira pode-se aprimorar os conceitos e aplicar os mesmos de maneira mais eficaz. O aumento no interesse se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral. Além disso a busca pela otimização no desenvolvimento de projetos, leva cada vez mais a simulação de processos, buscando uma redução de custos e de tempo.

Neste livro são apresentados trabalho teóricos e práticos, relacionados a área de engenharia, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais. Sendo hoje que utilizar dos conhecimentos científicos de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Boa leitura.

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ESTUDO DE NOVAS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS PARA AS HABITAÇÕES RIBEIRINHAS NO MUNICÍPIO DE AQUIDAUANA – MS

Vitória Barros de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228031>

CAPÍTULO 2..... 7

ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS DE INFILTRAÇÃO ASSOCIADAS AO SISTEMA CONVENCIONAL DE DRENAGEM DE ÁGUA PLUVIAL EM UM LOTEAMENTO DA CIDADE DE CATALÃO-GO

Eliane Aparecida Justino

Everton Vieira de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228032>

CAPÍTULO 3..... 22


ANÁLISE ESTRUTURAL EM FUNDAÇÕES SUPERFICIAIS CONSIDERANDO A INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS

Davidson de Oliveira França Júnior

Michele Martins Arruda

Jéssica Ferreira Borges

Paola Mundim de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228033>

CAPÍTULO 4..... 41

ONDE O EDIFÍCIO E A CIDADE SE ENCONTRAM: CONEXÕES NA ORLA DE MACEIÓ-AL

Morgana Maria Pitta Duarte Cavalcante

Matheus Santana Correia

Luanne de Andrade Brandão

Sarah Pace


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228034>

CAPÍTULO 5..... 55

GESTÃO DE OBRAS RESIDENCIAIS EM CONDOMÍNIO DE CASAS: ESTUDO DE CASO

Maria Aridenise Macena Fontenelle

Érica Karine Filgueira Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228035>

CAPÍTULO 6..... 63

AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA SENSÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO EM AMBIENTE EXTERNO UNIVERSITÁRIO

Betty Clara Barraza de La Cruz

Lilian dos Santos Fontes Pereira Bracarense

Fernanda Martins Milhomem


Isabela Maciel Macedo
Laís Carolina dos Santos Mota
Eduardo Castro Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228036>

CAPÍTULO 7..... 76

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DO CICLO DE VIDA DOS MATERIAIS DE UM PAINEL PRÉ-MOLDADO


Aline Islia Almeida de Sousa
Adeildo Cabral da Silva
João Paulo Sousa Costa de Miranda Guedes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228037>

CAPÍTULO 8..... 92

ESTUDO COMPARATIVO DE METODOLOGIAS PARA A DETERMINAÇÃO DE ²²⁶Ra E ²²⁸Ra EM AMOSTRAS SÓLIDAS AMBIENTAIS

Aluísio de Souza Reis Júnior
Geraldo Frederico Kastner
Renata Dias Abreu Chaves
Roberto Pellacani Guedes Monteiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228038>

CAPÍTULO 9..... 99

ANÁLISE POR ATIVAÇÃO NEUTRÔNICA, MÉTODO K₀ NA DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EM GRÃOS DE MILHO


Wellington Ferrari da Silva
Renata Priscila de Oliveira Paula
Dayse Menezes Dayrell

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3942228039>

CAPÍTULO 10..... 108

DATA SCIENCE PARA MULTI-PREVISÃO: APLICADO A PROTEÇÃO DE FURTO DO TRANSPORTE DUTOVIÁRIO DE PETRÓLEO E DERIVADOS

Renivan Costa da Silva


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280310>

CAPÍTULO 11 126

DYNAMIC FUZZY COGNITIVE MAPS DEVELOPMENT TECHNIQUE INSPIRED IN ANT COLONY OPTIMIZATIONS, SWARM ROBOTICS, AND SUBSUNTION ARCHITECTURE

Márcio Mendonça
Marta Rúbia Pereira dos Santos
Fábio Rodrigo Milanez
Wagner Fontes Godoy
Marco Antônio Ferreira Finocchio
Carlos Renato Alves de Oliveira
Mario Suzuki Junior
Ricardo Breganon


Francisco de Assis Scannavino Junior
Lucas Botoni de Souza
Michele Eliza Casagrande Rocha
Vicente de Lima Góngora

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280311>

CAPÍTULO 12..... 140

PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO DISTRIBUÍDA DE UM BANCO DE TRANSFORMADORES REGULADORES USANDO A NORMA IEC 61499


Marcos Fonseca Mendes
Bruna Pletikoszits Andrade Parcianello

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280312>

CAPÍTULO 13..... 155

ANTENA DE MICROFITA COM *PATCH* EM ESPIRAL DE ARQUIMEDES *DUAL-BAND* EM 2,45 GHZ E 5,8 GHZ

Rafael Alex Vieira do Vale
Idalmir de Souza Queiroz Júnior
Humberto Dionísio de Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280313>

CAPÍTULO 14..... 167

REDUÇÃO DE CAPEX E OPEX COM A GESTÃO INTEGRADA DO INVENTÁRIO DE TELECOMUNICAÇÕES


Eduardo Camargo Langrafe
Cristiano Henrique Ferraz
Eduardo Vasconcelos Lopes Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280314>

CAPÍTULO 15..... 179

APLICAÇÃO DE ÁRVORES DE DECISÃO EM UM BANDO DE DADOS PARA LOCALIZAÇÃO DE FALTAS EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COM MEDIDORES INTELIGENTES

Marcel Ayres de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280315>

CAPÍTULO 16..... 195

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO USO DE LÂMPADAS UV-C EM SERPENTINAS DE RESFRIAMENTO

Andressa Paes Pereira
Alexandre Fernandes Santos
Ariel Dov Ber Gandelman
Eliandro Barbosa de Aguiar
Heraldo José Lopes de Souza


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280316>

CAPÍTULO 17.....203

KILOMETRAJE RECORRIDO, DESGASTE DE RUEDAS Y FRENOS EN BOGÍES DE TRANSMISIÓN Y REMOLQUE EN TRENES ELÉCTRICOS

Gustavo David Valera Mendoza

Gianni Michael Zelada García

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280317>

CAPÍTULO 18.....219

NOVAS METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÕES ACÚSTICAS – INFRASSONS E RUÍDO DE BAIXA FREQUÊNCIA


Huub H.C. Bakker

Mariana Alves-Pereira

Richard Mann

Rachel Summers

Philip Dickinson

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280318>


CAPÍTULO 19.....234

PROPAGAÇÃO DE ONDAS EM UM CRISTAL FONÔNICO COM DEFEITOS

Hélio Vitor Cantanhede da Silva

Hudson Douglas Silva Morais

Edson Jansen Pedrosa de Miranda Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280319>

CAPÍTULO 20.....242

OBTENÇÃO DE VARIÁVEIS TÉRMICAS DE SOLIDIFICAÇÃO E ANÁLISE DE MICROESTRUTURA DA LIGA DE ALPACA 2 C/ Pb

Márcio Valério Rodrigues de Mattos

Rogério Teram


Maurício Silva Nascimento

Vinicius Torres dos Santos

Marcio Rodrigues da Silva

Antonio Augusto Couto

Givanildo Alves dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280320>

CAPÍTULO 21.....256


SÍNTESE DE FILMES DE ÓXIDO DE ZINCO DOPADOS COM NANOPARTÍCULAS DE PRATA APLICADOS EM SENSORES DE GÁS





Luana Martins de Carvalho

César Renato Foschini

Kléper Rocha

Carlos Eduardo Cava

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280321>

CAPÍTULO 22.....	270
THERMAL ANNEALING EFFECTS ON SOL-GEL SYNTHESIZED Cu_2O NANOPARTICLES	
Angela Alidia Bernal Cárdenas	
José Pedro Mansueto Serbena	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280322	
CAPÍTULO 23.....	276
GESTÃO ESTRATÉGICA DAS TECNOLOGIAS COGNITIVAS: UMA PESQUISA EXPLORATÓRIA NA ÁREA DA SAÚDE	
Gerson Tolentino Galvão Leite Andrade	
Getúlio Kazue Akabane	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280323	
CAPÍTULO 24.....	301
CARACTERIZAÇÃO DO DESIGN COMO FACILITADOR DA INOVAÇÃO RADICAL	
Ruth Matovelle Villamar	
Manuel Lecuona Lopez	
Adriana Gonzalez Hernández	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280324	
CAPÍTULO 25.....	314
BANDEIRA TÊXTIL DA TECIDOTECA: ANÁLISE POR DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E ALONGAMENTO DO TECIDO JEANSWEAR	
Ronaldo Salvador Vasques	
Fabrício de Souza Fortunato	
Márcia Regina Paiva de Brito	
Natani Aparecida do Bem	
Elaine Regina Brito Maia	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.39422280325	
SOBRE OS ORGANIZADORES	326
ÍNDICE REMISSIVO.....	327

THERMAL ANNEALING EFFECTS ON SOL-GEL SYNTHESIZED Cu_2O NANOPARTICLES

Data de aceite: 01/03/2022

Data de submissão: 16/02/2022

Angela Alidia Bernal Cárdenas

Departamento de Física, Centro Politécnico,
Universidade Federal do Paraná
Curitiba, Paraná, Brazil

José Pedro Mansueto Serbena

Departamento de Física, Centro Politécnico,
Universidade Federal do Paraná
Curitiba, Paraná, Brazil

ABSTRACT: A simple and fast Sol-Gel synthesis of Cu_2O nanoparticles is reported. The Cu_2O nanoparticles were deposited by drop casting on glass or indium tin oxide (ITO) substrates for characterization, which was done using X-ray diffraction, scanning electron microscopy and UV-Vis spectroscopy. The Cu_2O nanoparticles were exposed to a constant temperature thermal process for different duration times. The resulting nanoparticles morphological and structural changes were analyzed using the cited techniques. It was observed that the thermal treatment of Cu_2O nanoparticles is able to slightly increase its size and decrease its band gap energy without affecting crystalline structure.

KEYWORDS: Nanoparticles, Sol-Gel, Cu_2O .

1 | INTRODUCTION

Cuprous oxide is an inexpensive, stable and non-toxic compound and an

interesting material because of its optical properties. Cuprous oxide (Cu_2O) is a p-type semiconductor with a direct band gap of 2.1 eV suitable for sunlight absorption [1] and has attracted much attention for decades, due to its potential uses in solar cells [2], photocatalysis [3], photoelectrochemical water division [4], transistors [5] and thin films for gas detection [6].

Aegerter *et al.* used the Sol-Gel method to synthesize Cu_2O semiconductor nanoparticles [7]. This method offers many advantages such as: high homogeneity, control of nanoparticle size, control of morphology and low temperatures synthesis (below 21°C). This method begins with a chemical solution, “sol”, that acts as a precursor. This precursor undergoes various hydrolysis and condensation reactions to form a colloidal dispersion, “gel”, from slow polymerization. The partial dehydration of the “gel” produces a solid residue that is known as “xerogel”, obtained by heat treatment, and “aerogel”, when it is dried by evaporation, resulting in the nanostructured material [7].

In this work, the synthesis of Salek [8], was improved to obtain Cu_2O nanoparticles. The resulting nanoparticles were characterized by X-ray diffraction, scanning electron microscopy and UV-Vis spectroscopy, in order to analyze their microstructural and optical properties.

2 | EXPERIMENTAL

The cuprous oxide nanoparticles were synthesized via the Sol-Gel method. Initially 0.80 g of copper sulphate pentahydrate (99% $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) was dissolved as a precursor salt in 10 ml of deionized ultrapure water, kept stirring for 3 minutes. In the sequence, 0.50 g of potassium hydroxide (KOH) was mixed with 140 ml of ultrapure deionized water, kept stirring for 3 minutes. Hydrolysis was achieved by mixing the precursor salt together with potassium hydroxide, stirring vigorously for 12 minutes to obtain copper hydroxide. Subsequently, 0.20 g of ascorbic acid was mixed in 50 ml of ultrapure deionized water, kept stirring for 3 minutes. Finally, it is added to the copper hydroxide, kept shaking vigorously for 1 hour until a gel is formed. After that, it was removed from the stirrer, leaving it well covered in a dry place for 24 hours. The formation of the xerogel is observed. Finally, the liquids were extracted with a micropipette obtaining 400 mg of Cu_2O nanoparticles in powder.

The Cu_2O nanoparticles were deposited on glass substrates (for UV-Vis measurements and microscopy images) and Si substrates (for XRD measurements) using the drop casting method. Prior to deposition, 200 mg of this nanomaterial was dispersed in 400 μl of deionized ultrapure water to improve the homogeneity of the dispersion. Different deposition volumes, 40 μl , 50 μl and 60 μl , were used in order to obtain films thicknesses with approximately 320 nm, 490 nm and 470 nm, respectively, doing it in low vacuum to avoid oxygen pressure on the sample and allowing it to dry for 24 hours. Finally, the Cu_2O nanoparticle films were submitted to a thermal treatment at 175°C in a vacuum oven (pressure of 65 mmHg) for 0, 15, 30 and 45 minutes, to evaporate possible liquid residues.

Reagents potassium hydroxide, copper sulfate pentahydrate and ascorbic acid from Sigma Aldrich were used as received. Wide-angle powder X-ray diffraction (XRD) patterns were recorded with a Shimadzu XRD-7000 diffractometer operating at 40 kV and 20 mA (Cu-K α radiation $\lambda = 1.5418 \text{ \AA}$) with monochromator (scan speed of 2° min^{-1}) in the 2θ angle range from 20° to 65° , from which was possible to determine the composition of the crystalline phase and crystal sizes. A scanning electron microscope Tescan Vega 3, at an electron acceleration voltage of 10 kV, was used to observe the shape and size of the cuprous oxide nanoparticles. The images were analysed using the Image J software. UVVis transmittance spectroscopy was made using a UV visible spectrophotometer Perkin Elmer Lambda 1050.

3 | RESULTS AND DISCUSSION

From the X-ray diffractograms of annealed and not annealed Cu_2O nanoparticles, Figure 1, it is possible to identify the characteristic peaks at 29.6° , 36.2° , 42.3° and 61.7° of Cu_2O corresponding to the crystalline planes (110), (111), (200) and (220), as well as peaks at 32.7° and 35.6° corresponding to CuO at the (110) and (-111) crystalline planes,

indicating that both materials are formed in the synthesis process. As the exposure time to 175°C increases, small phase changes occur corresponding to the characteristic peaks of copper oxide at 32.7° and 35.6°. Substrate Si characteristic peaks occurs at 28.4°, 47.5° and 56.3°. Making use of the Debye-Scherrer equation [9], the crystal size can be estimated as 44.3, 42, 41 and 37 for the 0, 15, 30 and 45 minutes of annealing duration, respectively, indicating that the annealing process slightly decreases the crystal size.

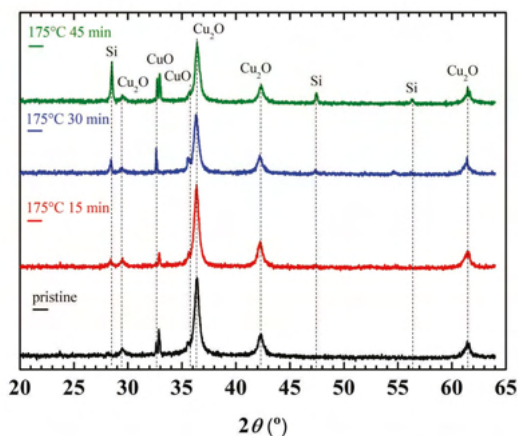


Figure 1: X-ray diffractograms of Cu_2O nanoparticles submitted to in vacuum thermal treatment of 175°C for 0 minutes (black); 15 minutes (red); 30 minutes (blue); and 45 minutes (green).

Scanning electron microscopy was realized on Cu_2O samples in order to investigate the shape and size of the synthesized nanoparticles. Figures 2a-d present the obtained images with their respective histograms of samples submitted to thermal treatment of 175°C for 0, 15, 30 and 45 minutes, respectively. For the no thermal treatment sample, one can observe that the nanoparticles have a spherical shape with an average size of 95 nm. For the sample exposed to 15 minutes thermal treatment, one can observe that the nanoparticles shape and size does not significantly change, with the average size being 95 nm. However, it seems that some nanoparticles have fused, probably due to the annealing temperature. For the sample exposed to 30 minutes thermal treatment, one can observe that the nanoparticles shape and size starts to significantly change, with the average size being 98 nm. In this case, there is more evidence that the nanoparticles are fusing due to the long annealing time at 175°C. Finally, for the sample exposed to 45 minutes thermal treatment, one can observe that the nanoparticles shape and size significantly change, with the average size being 127 nm. It is clear from this image that the nanoparticles have fused due to the long exposure time of the annealing process. Interestingly, although the nanoparticles have fused and increased in size, there is no change in its crystalline structure, as evidenced by the XRD measurements, which implies that in a sufficiently long annealing

time, Cu_2O microparticles can form.

Considering that the absorbance depends on parameters such as crystalline structure,

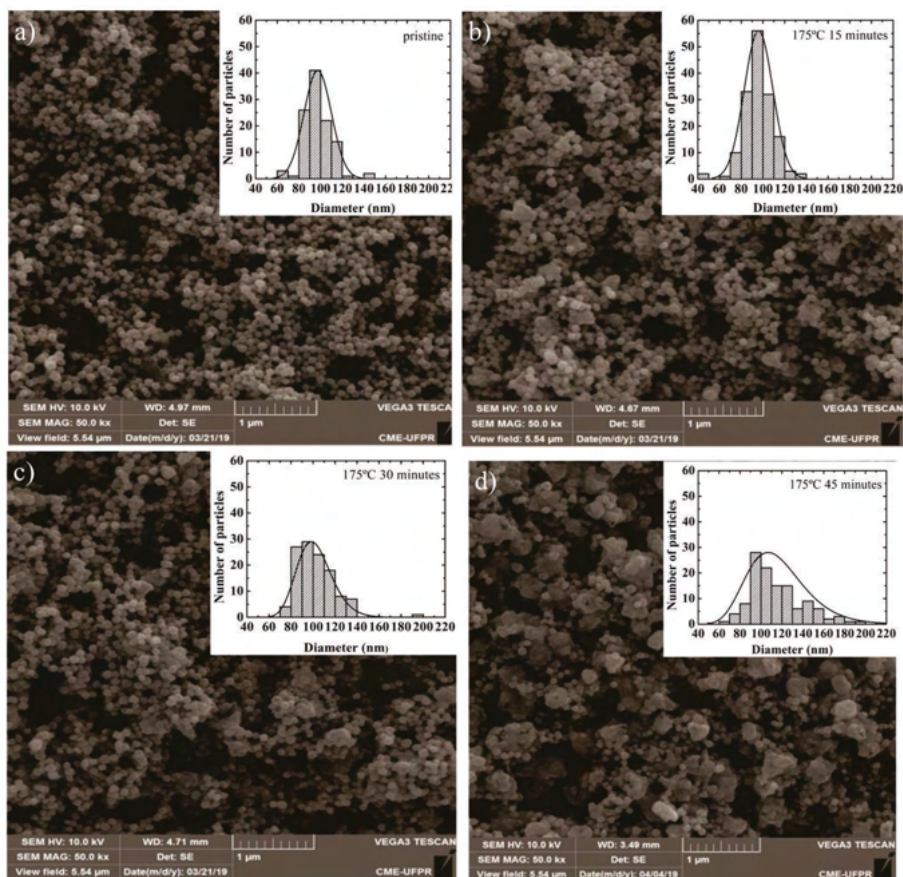


Figure 2: SEM images with its respective histograms expressing the size of the nanoparticles of Cu_2O nanoparticles submitted to a thermal treatment of 175°C for a) 0 minutes, b) 15 minutes, c) 30 minutes and, d) 45 minutes.

Morphology, surface roughness and thickness of the thin film [10], it can be seen on Figure 4a that the absorbance of the Cu_2O nanoparticles depends on the exposure time to the thermal treatment. Since the nanoparticles tend to fuse, the size of the effective nanoparticles increases, which tends to decrease the band gap energy and allow the absorption of lower energy photons. In addition, longer exposure to annealing processes tend to increase the existence of defects on the crystalline structure due to the nanoparticles fusion. The optical band gap for the Cu_2O samples, obtained from Figure 4b, is estimated in 2.1 eV, 2 eV, 2.1 eV and 1.9 eV for 0, 15, 30 and 45 minutes annealing times at 175°C, respectively. These values agree well with theoretical ones for a direct band gap energy

of 2.1 eV [11]. It is important to note that the band gap may be sensitive to the size of the nanoparticles: increasing diameter size decreases band gap energy, mainly, due to the quantum confinement effect [1, 12].

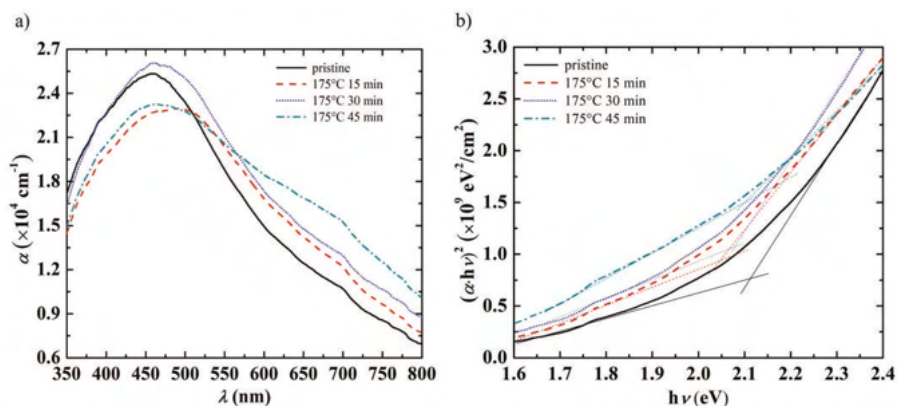


Figure 3: a) Absorption coefficient b) band gap energy of Cu_2O nanoparticles.

4 | CONCLUSION

Nanoparticles of Cu_2O were synthesized via Sol-Gel. The XRD measurements confirmed its synthesis and, in addition, the thermal treatment at 175°C for 45 minutes was not able to change its crystalline structure. SEM images showed that the nanoparticles tend to fuse with increasing annealing time, which changes its shape and size. The average diameter sizes are 95 nm, 95 nm, 98 nm and 127 nm for 0, 15, 30 and 45 minutes annealing times, respectively. This fusion process and the consequent increase in size of the nanoparticles slightly reduces the energy of the bandgap from 2.1 eV to 1.9 eV.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior—Brasil (CAPES) — Finance Code 001 and the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — Brasil (CNPq). The authors thank the Centro de Microscopia Eletrônica (UFPR) for providing access to the SEM facilities and Laboratório de Óptica de Raios X (UFPR) for providing access to the XRD facilities.

REFERENCES

1. A.A. Hssi, L. Atourki, N. Labchir, M. Ouafi, K. Abouabassi, A. Elfanaoui, A. Ihlal, K. Bouabid, Optical and dielectric properties of electrochemically deposited p- Cu_2O films, *Mater. Res. Expr.* 7 (2020) 16424. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/ab6772>

2. M. Abdelfatah, W. Ismail, N.M. El-Shafai, A. El-Shaer, Effect of thickness, bandgap, and carrier concentration on the basic parameters of Cu₂O nanostructures photovoltaics: numerical simulation study, *Mater. Technol.* 36 (2020) 712. <https://doi.org/10.1080/10667857.2020.1793092>
3. L. Yan, F. Yang, C. Tao, X. Luo, L. Zhang. Highly efficient and stable Cu₂OTiO₂ intermediate photocatalytic water splitting. *Ceramics international* (2020), <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.12.206>.
4. A. Koiki, A. Arotiba, Cu₂O as an emerging semiconductor in photocatalytic and photoelectrocatalytic treatment of water contaminated with organic substances: a review, *RSC Advances*. 60 (2020) 36514-36525. <https://sci-hub.mkksa.top/10.1039/d0ra06858f>.
5. Z. -W. Shang, H. -H. Hsu, Z. -W. Zheng, C. -H. Cheng, Progress and challenges in p-type oxide-based thin film transistors, *Nanotechnology Review*. 1 (2019) 422–443. <https://doi.org/10.1515/ntrev-2019-0038>.
6. M. A. Fakhri¹, M. M. Hassan, Morphological and Structural Properties of Cu₂O/ 2-D Photonic Silicon Nano Structure for Gas Sensors, *AIP Conference Proceedings*. 2213 (2020) 020244. <https://doi.org/10.1063/5.0000212>.
7. P. Jittiarporn, S. Badilescu, M. N. Al Sawafta, L. Sikong, V. -V. Truong, Electrochromic Properties of Sol-Gel Prepared Hybrid Transition Metal Oxides A Short Review, *Journal of Science: Advanced Materials and Devices*. (2017). <https://doi:10.1016/j.jsamd.2017.08.005>.
8. G. Salek, C. Tenailleau, P. Dufour, S. Guillemet-Fritsch, Room temperature inorganic polycondensation of oxide (Cu₂O and ZnO) nanoparticles and thin films preparation by the dip-coating technique, *Thin Solid Films*, 589 (2015) 872–876. <https://doi.org/10.1016/j.tsf.2015.04.082>.
9. Y. Waseda, E. Matsubara, K. Shinoda, X-Ray Diffraction Crystallography, (2011) <https://doi.org/10.1007/978-3-642-16635-8>.
10. D. Gupta, S.R. Meher, N. Illyaskutty, Z.C. Alex, Facile synthesis of Cu₂O and CuO nanoparticles and study of their structural, optical and electronic properties. *Journal of alloys and compounds*, 743 (2018) 737-745. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.01.181>
11. P. Sawicka-Chudy, M. Sibinski, R. Pawelek, G. Wisz, B. Cieniek, P. Potera, P. Szczepan, S. Adamiak, M. Cholewa, T. Gtowa, Characteristics of TiO₂, Cu₂O, and TiO₂/Cu₂O thin films for application in PV devices, *AIP Advances*, 9 (2019) 055206. <https://doi.org/10.1063/1.5093037>.
12. Z. Razmara, M.S.M Abdelbaky, S. García-Granda, Synthesis and crystal structure of a new copper (II) complex, designed to produce efficient successor of Cu₂O, toward synergy of adsorption and photodegradation of MB, *Applied organometallic chemistry*, Vol.34 (2020). <https://doi.org/10.1002/aoc.5639>.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aerogeradores 219
Agentes de navegação cooperativos 127
Alpaca 242, 243, 244, 248, 255
Análise por ativação neutrônica 99, 100, 105, 106
Antena de Microfita 155, 158
Antena Espiral 155, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 164
Arquitetura de subsunção 127
Árvores de decisão 109, 111, 117, 125, 179, 180, 181, 182, 189
Assinatura acústica 219, 228, 229, 230
Automação distribuída 140, 142

B

Bandeiras têxteis 314, 324, 325

C

Capex 167, 168
Cidade 1, 2, 3, 5, 6, 7, 20, 21, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 53, 54, 55, 56, 58, 63, 64, 65, 66, 73, 75, 80, 99, 315
Conexão 41, 42, 43, 48, 175, 176, 177, 183, 296
Conexões 41, 66, 142, 149, 167, 172, 174, 175, 176, 177
Conforto térmico 63, 64, 65, 66, 69, 70, 71, 73, 74, 75
Construção 1, 3, 26, 42, 44, 50, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 76, 77, 79, 80, 84, 88, 89, 90, 91, 150, 168, 169, 243, 294, 295, 324
Construção Civil 55, 56, 57, 58, 61, 62, 76, 77, 80, 88, 89, 90, 91
Controladores lógicos programáveis 140, 141
Controle 7, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 109, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 170, 180, 243, 244, 245, 260, 281, 287
Cristais fonônicos 234, 236
Custos 55, 62, 108, 167, 168, 169, 170, 171, 181

D

Defeitos 234, 235, 261, 262, 315

E

Edifício 3, 4, 41, 42, 43, 44, 45, 50, 51, 52

Eficiência 92, 95, 99, 104, 156, 195, 197, 200, 264, 292

Enchentes 1, 2, 3, 4, 5

Espaços abertos 49, 63, 66, 74, 75

Espectrometria gama 92, 94, 95, 96, 97, 104

F

Filmes finos de óxido de zinco 256, 268

G

Gerenciamento de risco 276, 277, 278, 285, 287

Gestão 5, 55, 56, 58, 59, 62, 73, 75, 78, 88, 113, 154, 167, 168, 169, 171, 178, 276, 283, 299, 326

I

Inteligência artificial 111, 276, 278

Interação solo-estrutura 22, 23, 26, 27, 29, 35, 36, 39, 40

Inventário 78, 79, 83, 85, 167, 168, 169, 170, 171, 177

J

Jeanswear 314, 315, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324

L

Lâmpada UV-C 195, 196, 197, 198, 199, 200

Localização de faltas 179, 180, 182, 183, 191, 193

M

Mapas cognitivos dinâmicos 127

Medidores inteligentes 179, 180, 182, 183, 184, 185, 189, 191, 192

Método dos elementos finitos 22, 23, 27, 32, 39, 40, 234, 235

Microestrutura 242, 244, 245, 247, 252, 253, 254, 255

Milho 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107

N

Nanopartículas de prata 256, 257, 258, 261, 264, 265, 267, 268

Norma IEC 61499 140, 141, 142, 143, 144, 153, 154

Nutrientes 99, 100

O

Obras 42, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62

Opex 167, 168

P

Percepção térmica 63, 70, 72

Planejamento 21, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 79, 168, 171, 172, 246

Polarização 155, 156, 163, 164

População Ribeirinha 1, 2, 4

Processo 7, 26, 27, 45, 57, 58, 76, 78, 79, 84, 86, 94, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 124, 141, 144, 145, 153, 171, 172, 182, 184, 185, 186, 187, 189, 190, 191, 192, 193, 231, 243, 245, 247, 249, 252, 268, 276, 279, 280, 289, 290, 299, 316, 317

R

Recall 276, 277, 283, 284, 285, 286, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 299

Redes 7, 14, 17, 18, 19, 20, 109, 111, 138, 141, 142, 143, 155, 159, 167, 169, 170, 171, 172, 177, 179, 180

Redes elétricas inteligentes 169, 179, 180

Redução 7, 18, 20, 92, 94, 167, 168, 169, 197, 252, 268, 276, 278, 316

Rendimento 122, 195, 202

Robótica de enxame 127

Ruído 219, 220, 223, 225, 228, 229, 231, 234

S

Sapata 22, 24, 25, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 38, 39

Saúde Pública 8, 219, 224, 231, 281

Sensores de gás 256, 258

Simulação estrutural 22, 23

Sistema Multiagentes 127

Sistemas de distribuição 179, 180

Sonogramas 219, 226, 228

T

Tecidoteca 314, 315, 324, 325

Técnicas construtivas 1, 5

Tecnologias cognitivas 276, 278

Telecomunicações 167, 168, 169, 170, 177, 326

Transformadores reguladores de tensão 140, 141

Turbinas eólicas 219, 230

V

Variáveis térmicas de solidificação 242, 244, 248, 249, 255

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

📷 @atenaeditora

📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias



🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

📷 @atenaeditora

📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias

