

Evolução na Ciência e Engenharia de Materiais

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2020

Evolução na Ciência e Engenharia de Materiais

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

E93 Evolução na ciência e engenharia de materiais [recurso eletrônico] /
 Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa, PR:
 Atena Editora, 2020.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-85-7247-921-9
 DOI 10.22533/at.ed.219201601

1. Engenharia de materiais – Pesquisa – Brasil. I. Holzmann,
 Henrique Ajuz.

CDD 620.11

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

A engenharia de materiais, se tornou um dos grandes pilares da revolução técnica industrial, devido a necessidade de desenvolvimento de novos materiais, que apresentem melhores características e propriedades físico-químicas. Grandes empresas e centros de pesquisa investem maciçamente em setores de P&D a fim de tornarem seus produtos e suas tecnologias mais competitivas.

Destaca-se que a área de material compreende três grandes grupos, a dos metais, das cerâmicas e dos polímeros, sendo que cada um deles tem sua importância na geração de tecnologia e no desenvolvimento dos produtos. Aliar os conhecimentos pré-existentes com novas tecnologias é um dos grandes desafios da nova engenharia.

Neste livro são explorados trabalhos teóricos e práticos, relacionados as áreas de materiais, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. Apresenta capítulos relacionados ao desenvolvimento de novos materiais, com aplicações nos mais diversos ramos da ciência, bem como assuntos relacionados a melhoria em processos e produtos já existentes, buscando uma melhoria e a redução dos custos.

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.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO DE FIBRAS VEGETAIS NA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E MORFOLOGIA DA FRATURA DE COMPÓSITOS COM FIBRAS CONTÍNUAS E ALINHADAS	
Fábio Santos de Sousa Edwillson Gonçalves de Oliveira Filho Luciano Monteiro Almeida Roberto Tetsuo Fujiyama	
DOI 10.22533/at.ed.2192016011	
CAPÍTULO 2	10
COMPÓSITOS POLIMÉRICOS HÍBRIDOS COM FIBRAS NATURAIS E SINTÉTICAS CONTÍNUAS E ALINHADAS	
Luciano Monteiro Almeida César Tadeu Nasser Medeiros Branco Douglas Santos Silva Edwillson Gonçalves de Oliveira Filho Roberto Tetsuo Fujiyama	
DOI 10.22533/at.ed.2192016012	
CAPÍTULO 3	23
CARACTERIZAÇÃO DE NANOFILTRO REDUTOR DE SULFETO DE HIDROGÊNIO E UMIDADE DO BIOGÁS	
Mateus Sousa Pinheiro Gabrielle Dias Coelho Maria del Pilar Hidalgo Falla	
DOI 10.22533/at.ed.2192016013	
CAPÍTULO 4	36
DESCRIÇÃO TERMODINÂMICA DE MICRODOMÍNIOS DENTRO DE PICHE MESOFÁSICO PRECURSOR PARA FIBRAS DE CARBONO	
Caio Cesar Ferreira Florindo Adalberto Bono Maurizio Sacchi Bassi	
DOI 10.22533/at.ed.2192016014	
CAPÍTULO 5	51
NANOBIOSENSOR ELETROQUÍMICO BASEADO EM APTAMERO PARA DETECÇÃO DE OCRATOXINA A EM CAFÉ TORRADO	
Maurília Palmeira da Costa Itala Gabriela Tavares Lima Idjane Silva de Oliveira Cesar Augusto Souza de Andrade Maria Danielly Lima de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.2192016015	

CAPÍTULO 6 63

DETECÇÃO ESPECÍFICA DE SCHISTOSOMA MANSONI EM LCR USANDO UM BIOSSENSOR ELETROQUÍMICO DE DNA BASEADO EM NANOPARTICULAS DE OURO E MERCAPTOSILANO

Giselle Soares dos Santos
César Augusto Sousa de Andrade
Fábio Lopes de Melo
Maria Danielly Lima de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.2192016016

CAPÍTULO 7 73

PRODUÇÃO DE NANOMATERIAIS BIOMIMÉTICOS A PARTIR DE UM NOVO SISTEMA DE *ELECTROSPINNING* PARA ENGENHARIA DE TECIDOS DOS MENISCOS DO JOELHO

Thiago Domingues Stocco
Anderson de Oliveira Lobo

DOI 10.22533/at.ed.2192016017

CAPÍTULO 8 87

PLATAFORMA NANOSTRUTURADA BASEADA EM APTÂMERO PARA DETECÇÃO DE OCRATOXINA A

Maurília Palmeira da Costa
Ítala Gabriela Tavares Lima
Idjane Silva de Oliveira
Cesar Augusto Souza de Andrade
Maria Danielly Lima de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.2192016018

CAPÍTULO 9 96

CARACTERIZAÇÃO DE NANOCOMPÓSITOS PLA/ZNO POR REOLOGIA E NMR NO DOMÍNIO DO TEMPO

Amanda Ramos Aragão Melo
José Carlos Dutra Filho
Maria Inês Bruno Tavares

DOI 10.22533/at.ed.2192016019

CAPÍTULO 10 108

INFLUÊNCIA DA SUBSTITUIÇÃO DE CÁLCIO E BÁRIO EM COMPOSIÇÕES DE PEROVSKITAS $TR_{(1-x)}M_xO_3$ (TR= PR, GD), (M = CA, BA) (X= 0,2) NA ATIVIDADE CATALÍTICA

Cássia Carla de Carvalho
Anderson Costa Marques
Symone Leandro de Castro
Davidson Nunes de Oliveira
Filipe Martel de Magalhães Borges
Alexandre de Sousa Campos

DOI 10.22533/at.ed.21920160110

CAPÍTULO 11 119

CERÂMICAS AVANÇADAS: PRODUÇÃO DE NANOESTRUTURAS DE ÓXIDOS TERRA RARA-NÍQUEL

Bruna Niccoli Ramirez
Márcia Tsuyama Escote

DOI 10.22533/at.ed.21920160111

CAPÍTULO 12 133

INSERÇÃO DE ESCÂNDIO E FÓSFORO NO SEMICONDUTOR DE DIÓXIDO DE TITÂNIO PARA APLICAÇÃO EM FOTOCATÁLISE

Eduardo Felipe De Carli
Eliane Kujat Fischer
Natali Amarante da Cruz
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.21920160112

CAPÍTULO 13 146

INDUTORES DE RÁDIO FREQUÊNCIA EXTERNOS COM ALTOS FATORES DE QUALIDADE USANDO OURO, SU8 E ALUMINA

Lucas Martins Miranda de Almeida
Alexandre da Silva Nascimento
Richard Alexandrino de Macedo
Angélica dos Anjos Ayala

DOI 10.22533/at.ed.21920160113

CAPÍTULO 14 153

INCLUSÃO DE NANOPARTÍCULAS DE $3Y-ZrO_2$ EM MATRIZ DE $\alpha-AL_2O_3$ PARA CONFEÇÃO DE INSERTO CERÂMICO

Miguel Adriano Inácio
José Victor Candido de Souza
Maria do Carmo de Andrade Nono
Sergio Luiz Mineiro
Daniel Alessander Nono

DOI 10.22533/at.ed.21920160114

CAPÍTULO 15 160

OPTICAL AND ELECTROCHEMICAL PROPERTIES IN CDSE/CDTE AND CDSE/CDTE NANOCRYSTALS PREPARED BY AQUEOUS SYNTHESIS

Raul Fernando Cuevas Rojas
Miguel Angel González Balanta
Silvio José Prado
Pablo Henrique Menezes
Lauro Antonio Pradela Filho
Victor Ciro Solano Reynoso

DOI 10.22533/at.ed.21920160115

CAPÍTULO 16 170

PRODUCTION OF ALKALINE PHOSPHATASE BY DENTAL PULP STEM CELLS IN INTERFACE WITH PLASMA MODIFIED TITANIUM

Keylla Dayanne Coelho Marinho de Melo
Laís Albuquerque Vasconcelos
Clodomiro Alves Junior
Jussier Oliveira Vitoriano
Hugo Alexandre de Oliveira Rocha
Moacir Fernandes de Queiroz Neto
José Sandro Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.21920160116

CAPÍTULO 17 187

SÍNTESE HIDROTÉRMICA ASSISTIDA POR MICRO-ONDAS DE ALUMINA TRI-HIDRATADA

Ricardo Ritter de Souza Barnasky
Cristiane Wienke Raubach Ratmann
Marciel Gaier
Mário Lúcio Moreira
Sergio da Silva Cava

DOI 10.22533/at.ed.21920160117

CAPÍTULO 18 201

MODIFICAÇÃO QUÍMICA DA LIGA DE ALUMÍNIO 5052 PARA OBTENÇÃO DE SUPERFÍCIES SUPER-HIDROFÓBICAS

Rafael Gleymir Casanova da Silva
Maria Isabel Collasius Malta
Severino Leopoldino Urtiga Filho
Sara Horácio de Oliveira
Magda Rosângela Santos Vieira

DOI 10.22533/at.ed.21920160118

CAPÍTULO 19 207

INFLUENCE OF THE ALUMINA ADDITION IN THE WEAR RESISTANCE OF THE SINTERED AISI 52100 STEEL

Bruna Horta Bastos Kuffner
Gilbert Silva
Carlos Alberto Rodrigues
Geovani Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.21920160119

CAPÍTULO 20 212

IMPROVEMENT OF TITANIUM SURFACE WITH PLASMA NITRIDING TREATMENT

Laís Albuquerque Vasconcelos
Keylla Dayanne Coelho Marinho de Melo
Clodomiro Alves Junior
Jussier Oliveira Vitoriano
Hugo Alexandre de Oliveira Rocha
Moacir Fernandes de Queiroz Neto
José Sandro Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.21920160120

CAPÍTULO 21 226

AValiação de termofosfatos de alumínio com a adição de escória siderúrgica

Maria Sílvia Camarão de Sousa
Oscar Jesus Choque Fernandez
Edilson Carvalho Brasil
Marcondes Lima da Costa
Érika Raiol Pinheiro
Marlo Oliveira Costa

DOI 10.22533/at.ed.21920160121

CAPÍTULO 22 236

CARACTERIZAÇÃO DA LAMA DE ALTO-FORNO DE UMA SIDERÚRGICA INTEGRADA DO SUDESTE DO PARÁ

Wellington Bruno Silva de Jesus
Alacid do Socorro Siqueira Neves
Emanuel Negrão Macêdo
José Antônio da Silva Souza
Luiz Felipe Silva Pereira
Roseane de Lima Silva
Verônica Scarpini Cândido
Antonio Lourenço da Costa Neto
Raimunda Figueiredo da Silva Maia
Daniel José Lima de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.21920160122

CAPÍTULO 23 242

MÉTODO EQUACIONADO PARA PREVISÃO DO TEMPO DE REMOAGEM DE MINÉRIO DE FERRO

Simone Silva Neves
Filipe Mattos Gonçalves
Júnia Soares Alexandrino
Telma Ellen Drumond Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.21920160123

SOBRE O ORGANIZADOR..... 254

ÍNDICE REMISSIVO 255

OPTICAL AND ELECTROCHEMICAL PROPERTIES IN CdSe/CdTe AND CdSe/CdTe NANOCRYSTALS PREPARED BY AQUEOUS SYNTHESIS

Data de submissão: 25/10/2019

Data de aceite: 08/01/2020

Raul Fernando Cuevas Rojas

Universidade Federal de Uberlândia- ICENP

Ituiutaba - Minas Gerais

<http://lattes.cnpq.br/5525892544166668>

Miguel Angel González Balanta

Universidade Federal de Uberlândia - ICENP

Ituiutaba - Minas Gerais

<http://lattes.cnpq.br/8441780324518328>

Silvio José Prado

Universidade Federal de Uberlândia- ICENP

Ituiutaba - Minas Gerais

<http://lattes.cnpq.br/8959531982450123>

Pablo Henrique Menezes

Universidade Federal de Uberlândia- ICENP

Ituiutaba - Minas Gerais

<http://lattes.cnpq.br/4265919709226150>

Lauro Antonio Pradela Filho

Universidade Federal de Uberlândia- ICENP

Ituiutaba - Minas Gerais

<http://lattes.cnpq.br/2528349851496767>

Victor Ciro Solano Reynoso

Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Engenharia.

Ilha Solteira - São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/9800039813867116>

ABSTRACT: Colloidal semiconductor nanocrystals have attracted attention due to their great potentials in sensors, diagnostic imaging, biomarkers and so forth. In this work, we have investigated the synthesis and optical and electrochemical properties of the CdTe/CdSe(CdSe/CdTe) core/shell semiconductor nanocrystal synthesized in aqueous colloidal solution. The CdTe(CdSe) cores were firstly synthesized in ultrapure water. Afterward, 2 mL of freshly prepared oxygen-free NaHSe(NaHTe) solution was injected rapidly under vigorous stirring. The reaction mixture was then refluxed until the completion of the shell at the desired shell thickness. Aliquots of the sample were taken at 60, 90, 210, 270 min and used to record their optical properties. The UV-Vis absorption spectra were measured at room temperature in the range from 300 to 700 nm. The absorption peaks were observed between 526-542 nm. The quantum confinement effect was reinforced with cyclic voltammetry measurements. Both photoluminescence and cyclic voltammetry measurements revealed that CdTe/CdSe nanocrystals size increasing when the refluxing time increased from 2.86 nm for CdTe core to 3.08 nm for sample refluxing by 270 min. The shell thickness increasing from 0.9 to 1.2 nm. The surface quality is also studied from both techniques, and our results showed a significant improvement in surface quality as dangling

bonds are eliminated by increasing the shell thickness. Finally, the theoretical study of energy levels using the Kane-Weiler method $k \cdot p$ 8×8 showed agreement with the CdTe/CdSe nanocrystals absorption measurements.

KEYWORDS: Nanocrystals, core/shell, CdTe/CdSe, Colloidal synthesis

PROPRIEDADES ÓPTICAS E ELETROQUÍMICAS EM NANOCRISTAIS DE CdSe/CdTe E CDSE/CDTE PREPARADOS POR SÍNTESES AQUOSA

RESUMO: Nanocristais semicondutores coloidais tem atraído muita atenção devido ao seu grande potencial para aplicações em sensores, diagnóstico por imagens, biomarcadores, etc. Neste trabalho, foi estudado a sínteses e as propriedades ópticas e eletroquímicas de nanocristais semicondutores do tipo núcleo-casca de CdTe/CdSe(CdSe/CdTe) sintetizados em solução coloidal aquosa. Inicialmente sintetizou-se núcleos de CdTe(CdSe) em água ultrapura. Posteriormente, 2 mL de uma solução de NaHSe(NaHTe) previamente preparada livre de oxigênio foi injetado rapidamente sob agitação para a formação da casca de CdSe(CdTe). A mistura da reação foi então submetida a refluxo até adquirir a espessura desejada da casca. Alíquotas da amostra foram retiradas após 60, 90, 210, 270 min e usadas para estudar suas propriedades ópticas. Os espectros de absorção UV-Vis foram medidos na faixa de 300 a 700 nm à temperatura ambiente. Picos de absorção foram observados entre 526-542 nm. As medidas de absorção confirmaram o efeito do confinamento quântico. A fotoluminescência e as medidas de voltametria cíclica revelaram que o tamanho dos nanocristais de CdTe/CdSe aumentaram com o tempo de refluxo. Observou-se que o núcleo de CdTe aumentou de 2,86 nm para 3,08 nm na amostra em refluxo por 270 min. Por sua vez, a espessura da casca aumentou de 0,9 nm a 1,2 nm. Além disso a qualidade da superfície também foi estudada a partir de ambas as técnicas; os resultados mostraram uma melhora significativa na qualidade da superfície, uma vez que a ligações erradas foram eliminadas pelo aumento da espessura da casca. Finalmente, o estudo teórico dos níveis de energias usando o método $k \cdot p$ 8×8 de Kane-Weiler mostrou concordância com as medidas de absorção dos nanocristais de CdTe/CdSe.

PALAVRAS-CHAVE: Nanocristais, núcleo/casca, CdTe/CdSe, síntese coloidal.

1 | INTRODUCTION

Semiconductor nanocrystals have attracted much attention due to their unique optical and electronic properties and potential applications in nanolasers, biomarkers, and photovoltaic, etc. (BRUCHEZ et al., 1998; PIETRYGA et al., 2016). Great efforts have been directed to optimize the synthesis, size and shape control; and understand the physics of nanostructured semiconductor nanocrystals (ROGACH et al., 2008; SMITH et al., 2010). Currently, these materials are prepared in different configurations, for example, the heterostructure core/shell where the nanocrystal is composed of two different semiconductors material (EMBDEN et al., 2007; REISS et al., 2009). These

nanostructures differ in the location of the charge carriers and may be of type I or type II (HINES et al., 1996). In type I, electrons and holes are confined in the core, in type II, electrons and holes are spatially separated from the core and the shell. In this work, we show the results of the CdTe/CdSe and CdSe/CdTe heterostructures synthesis and their optical and electrochemical properties. In CdTe/CdSe heterostructures the hole is located predominantly in the CdTe core, while the electron is in shell CdSe; and CdSe/CdTe heterostructures, the location of the charge carriers is opposite, the electron in the CdSe core and the hole in the shell (KIM et al., 2003). Varying the size of these nanocrystals is possible to control the charge separation processes and have access to wavelengths that would otherwise be unavailable with a single material, and independently control the lifetime of electron-hole pair and the extinction coefficient. These materials could find potential application in photovoltaic devices, including solar cells and photodetectors by reducing the voltage applied to convert the excitons into free charge carriers (HANGARTER et al., 2013; KARTOPU et al., 2019); and fluorescent probes in the near-infrared region for diagnostic imaging, image biology, and even for new therapeutic approaches due to the low background fluorescence and high penetration of emission in the near-infrared (ZHAO et al., 2018).

2 | MATERIAL AND METHODS

The synthesis process was performed in two steps. First, CdTe or CdSe cores were synthesized injecting the (NaHTe) tellurium or (NaHSe) selenium ions precursor solution in a three-necked reactor containing the CdCl₂·2H₂O solution and thioglycolic acid (TGA) dissolved in ultrapure water. The molar ratio Cd²⁺: NaHTe(Se): TGA was 1: 0.5: 2 and pH=10.5. The resulting solution was held at reflux for 75 min in the case of CdSe core and 90 min for CdTe core. The whole process was conducted under an inert atmosphere and constant stirring. In the second step, we synthesized the layer coating on the core. For this, the core was dispersed in a new CdCl₂·2H₂O and TGA solution. This solution was put under reflux for 30 min on constant stirring and then, the temperature was lowered to 55°C without stopping stirring. At this temperature a new solution of NaHTe or NaHSe, depending on the type of coating, was injected. Finally, the solution was held at reflux to promote the epitaxial growth of the coating. Aliquots of the solution were removed at different time intervals to study the properties of the material obtained. all process was conducted in inert atmosphere. To study the optical properties, absorption spectra were recorded with a Shimadzu UV-Vis-NIR 3500 and photoluminescence measurements were performed on Shimadzu spectrofluorometer (RF5301PC). Electrochemical studies were carried out in a standard three-electrode cell containing Ag/AgCl as the reference electrode, a platinum electrode and a glassy carbon electrode as a working electrode. Cyclic voltammetry studies were performed at a scan rate of 0.1 V/s in a potential range of -1.6 to 1.6V.

3 | RESULTS AND DISCUSSION

The absorption and photoluminescence spectra of CdTe nanocrystals are shown in Figure 1a. The absorption band shows the quantum confinement effect and sizes dispersion of the CdTe nanocrystals. These were used as the core in the core/shell heterostructure. The size of the CdTe core could be estimated at 1.88 nm ($\lambda = 450$ nm) using the absorption peak position and the effective mass model. In Figure 1b PL peak position of the core and first aliquot removal, 15 min after injection NaHSe solution to form the CdSe shell on CdTe cores are compared. The peak shifts from 528 nm to 548 nm, indicating the increased size of the nanocrystals and the heterogeneous nucleation process, that gives rise to the core /shell structure formation.

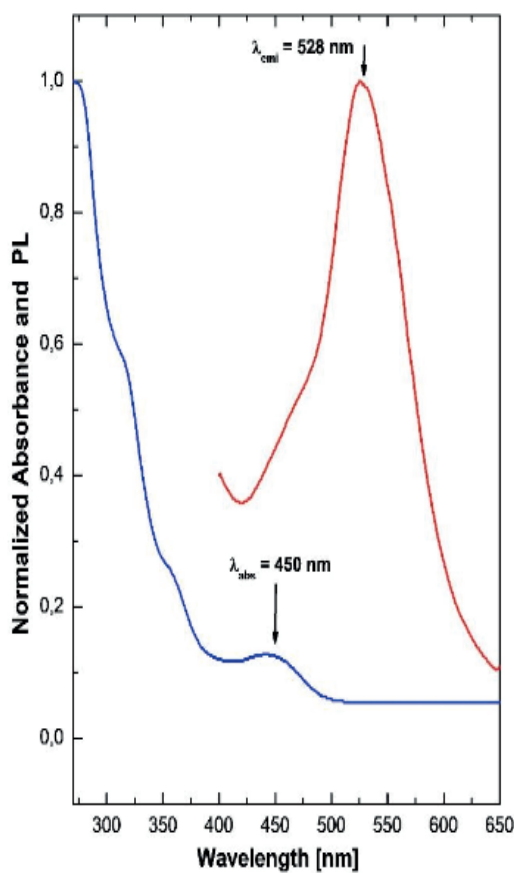


Fig.1a. Absorption (blue line) and PL spectrum (red line) for CdTe nanocrystals (core)

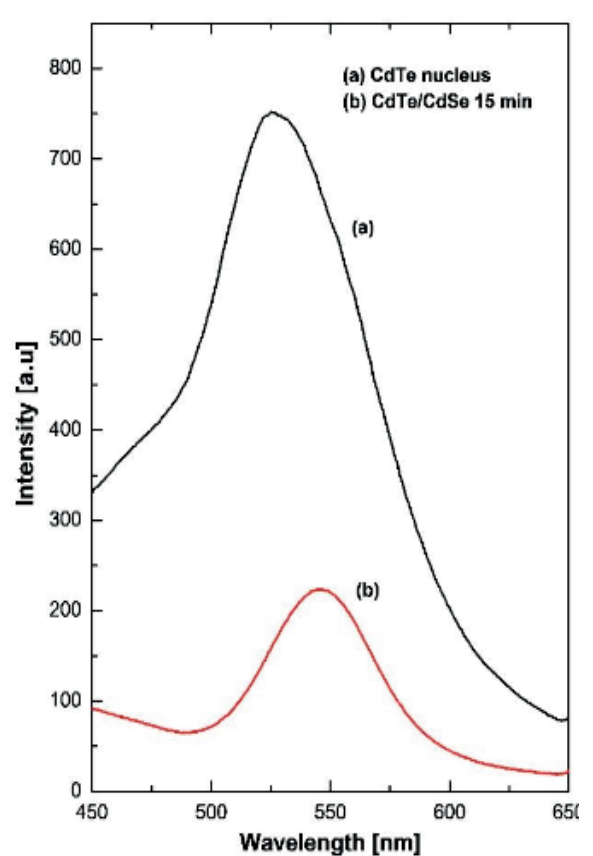


Fig.1b. PL spectrum for CdTe nanocrystals (black line) and for CdTe/CdSe heterostructure (red line)

Figure 2a shows the absorption spectrum for the different CdTe/CdSe aliquots. The absorption spectrum of all samples is characterized by broadband without a clear definition of the absorption peak, this result suggests a formation of nanocrystals families with a dispersed size distribution. In Figure 2b is showed the PL spectra for core/shell structure with increasing refluxing time. The PL intensity increases for the first three aliquots and then decreases considerably in the following aliquots. The increasing intensity can be explained considering that until the first 90 min of refluxing a thin CdSe shell on the CdTe cores is formed. The thin CdSe shell that forms early

in the process, improve surface quality by eliminating dangling bond and completing some empty sites; and therefore, refining PL intensity. By increasing the CdSe shell thickness, the indirect transition that occurs by typical exciton formation in the core/shell structure decreasing the intensity of the PL. Therefore, increasing the thickness of the CdSe layer, decreases the PL in the CdTe/CdSe heterostructure.

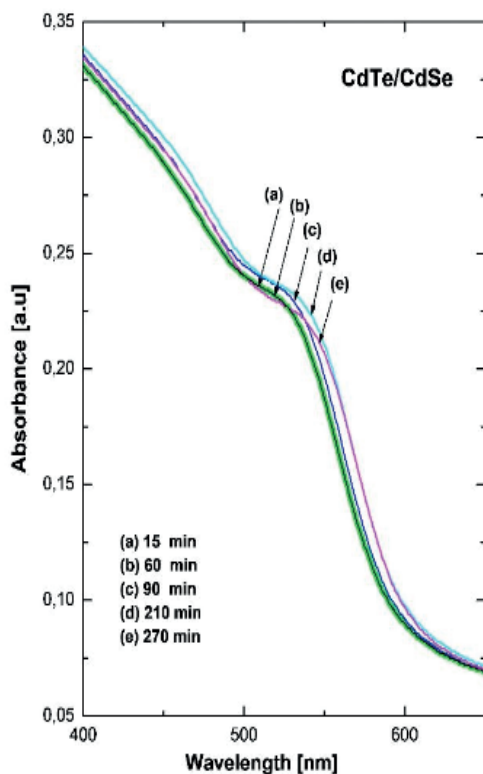


Fig.2a. Absorption spectra for CdTe/CdSe heterostructure in relation with the reflux time.

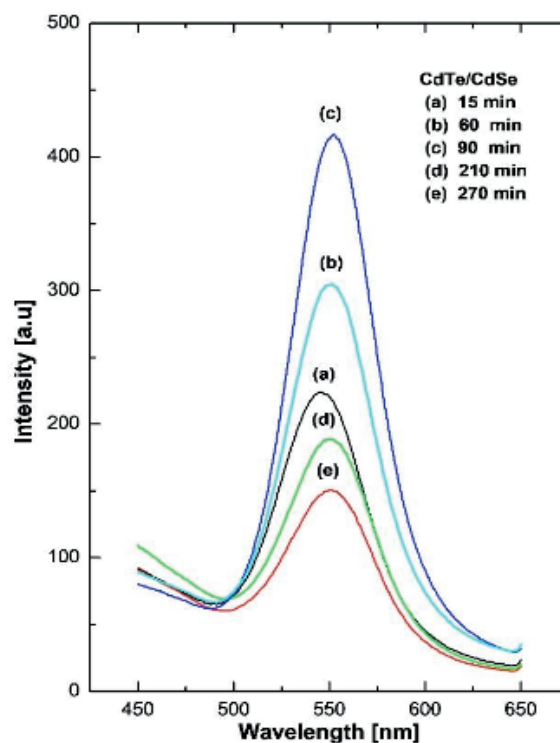


Fig.2b. PL spectra for CdTe/CdSe heterostructure in function of the reflux time.

Table 1 shows a summary of the optical properties of CdTe/CdSe heterostructure. The theoretical calculations result of the optical absorption peak energies is presented in the last column of Table 1.

Heterostructure	Rflx t (min)	λ_{ABS} (nm)	R (nm)	Eg-Exp (eV)	Thic - S (nm)	Eg-Thr (eV)
CdTe/CdSe R_c = 1.88 nm (495 nm)	15	525	2.26	2.36	0.38	2.36
	60	526	2.26	2.35	0.38	2.36
	90	531	2.29	2.33	0.41	2.32
	210	536	2.32	2.31	0.44	2.28
	270	542	2.36	2.28	0.48	2.23

Table 1. Parameters obtained from absorption and emission spectra and theoretical calculations for CdTe/CdSe heterostructure

RC: Core radius, Rflx t: Reflux time, λ_{ABS} : absorption peak wavelengths R: Nanocrystal radius, Eg-Exp: Optical Gap, Thic-S: Thickness of the shell, Eg-Thr: Gap obtained from the k.p theoretical calculations.

These values were obtained using the Kane-Weiler method $k \cdot p$ 8×8 (PRADO et al., 2003), where initially the energy levels of the conduction and valence bands were calculated and from this calculation, the absorption energy peaks were obtained. Finally, we compare the theoretical absorption peak energies with the experimental values, as exposed in table 1, both theoretical and experimental results are in good agreement.

The CdSe/CdTe heterostructure absorption spectrum for all the aliquots is showed in Figure 3a. The shape of the broadband centered ~ 510 nm is a typical characteristic of the type II core/shell heterostructures. The absorption peak position varies from 504 nm to 521 nm indicating the increasing size of nanocrystal. Figure 3b shows the PL spectrum for CdSe/CdTe core/shell structure. Typical behavior of PL for this type of heterostructure is observed, the PL intensity decreases with increasing the thickness of semiconductor material on the shell. This behavior is a consequence of the relocation of the charge carriers and increases coating around the core.

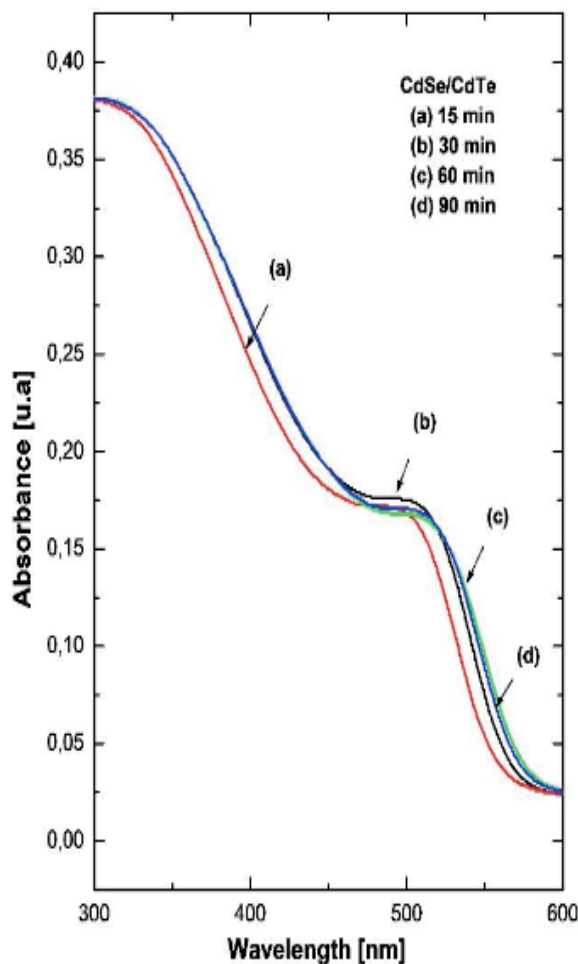


Fig. 3a. Absorption spectra for CdSe/CdTe heterostructure in relation with the reflux time

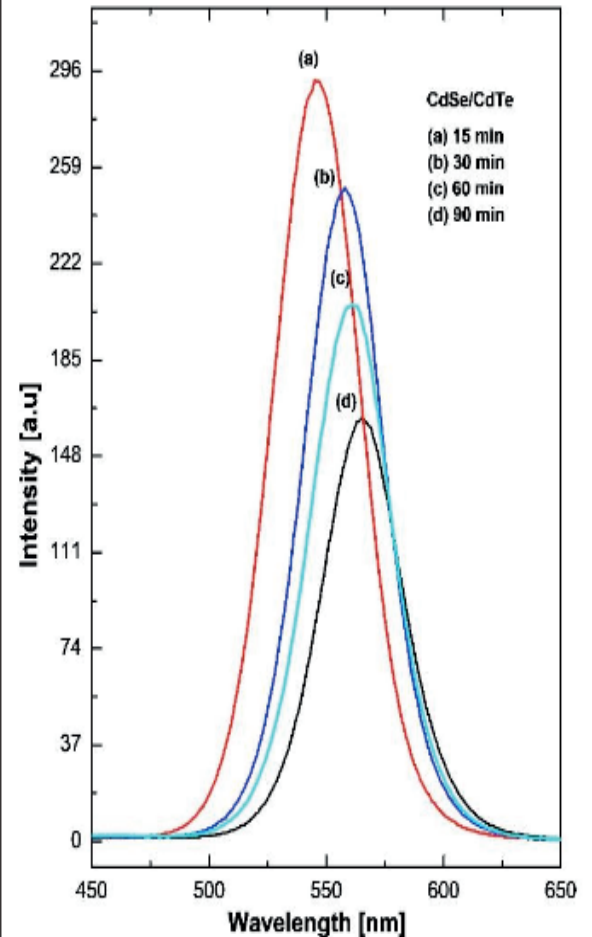


Fig.3b. PL spectra for CdSe/CdTe heterostructure in relation with the reflux time

In Figure 4 normalized PL spectrum for CdSe nucleus and CdSe/CdTe heterostructure aliquots is showed.

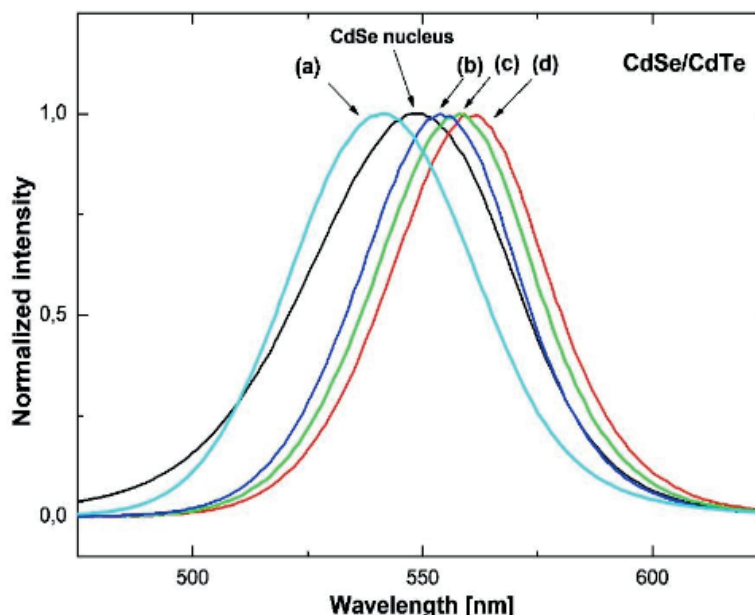


FIG. 4 Normalized PL spectra for core CdSe and CdSe/CdTe heterostructure.

It is observed that the PL peak shifts with the increased size of the nanocrystals, however, just for the first aliquot a blue shift was observed in relation with the PL peak associated with the CdSe nucleus. This behavior is because at the initial stage (first 15 min reflux) before the consolidation of the CdTe shell, CdSe(1-x)Tex structures are formed around the CdSe core, these structures are characterized by producing the displacement for blue emission peak. It was also noted that after this time the thickness of the CdTe shell and deterioration of the PL intensity increased. Table 2 shows a summary of the optical properties of CdSe/CdTe heterostructure

Heterostructure	Rflx t (min)	λ_{ABS} (nm)	R (nm)	Eg-Exp (eV)	Thic - S (nm)
CdSe/CdTe RC = 2.54 nm (500 nm)	15	504	2.62	2.36	0.04
	30	511	2.69	2.35	0.11
	60	516	2.75	2.33	0.17
	90	521	2.81	2.28	0.23

Table 2. Parameters obtained from absorption and emission spectra for CdSe/CdTe heterostructure

RC: Core radius, Rflx t: Reflux time, λ_{ABS} : absorption peak wavelengths R: Nanocrystal radius, Eg-Exp: Optical Gap, Thic-S: Thickness of the shell.

The electrochemical experiments were carried out using potentiostat AUTOLAB PGSTAT 204 (Metrohm Autolab, Utrecht, Netherlands) equipped with a personal computer for data storage and processing. Cyclic voltammetry (CV) was performed in a conventional three-electrode cell with 10 mL of supporting electrolyte. Glassy carbon electrode was used as a working electrode, Ag/AgCl/KCl_{sat} as reference electrode and a 0.5 mm diameter platinum wire as the auxiliary electrode. All electrochemical

measurements were performed in phosphate buffer (27 °C) at 0.1 V/s.

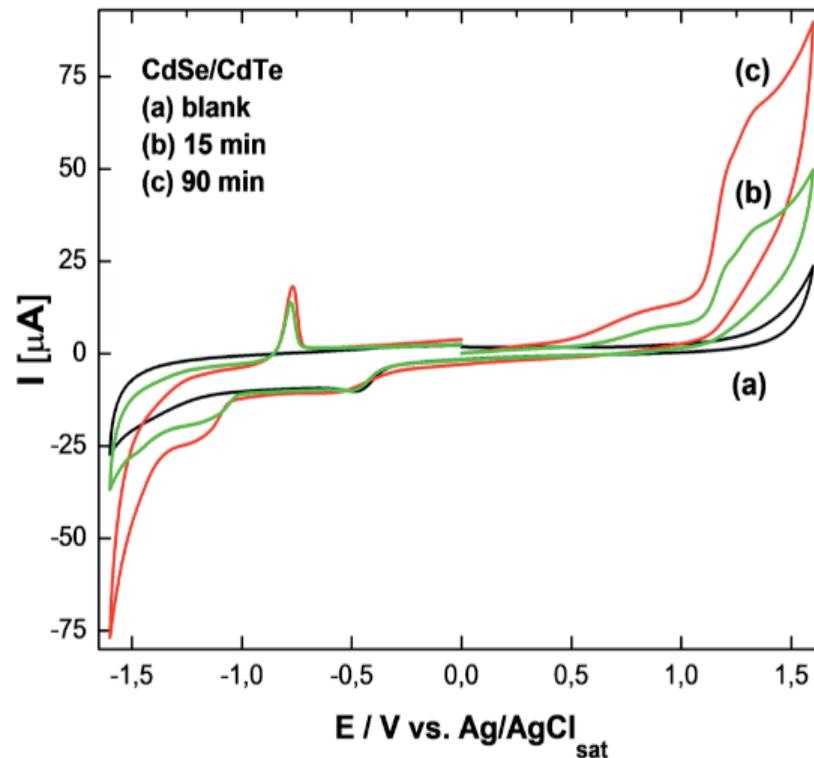


Fig. 5a. Cyclic voltammograms for CdSe/CdTe heterostructure

Figure 5a and 5b show cyclic voltammograms recorded with CdSe/CdTe and CdTe/CdSe respectively. In a typical CV measurement of nanocrystals, the oxidation of the nanocrystals provides an anodic peak, which corresponds to the abstraction of an electron from the valence band (VB), while reduction of the nanocrystals, corresponding to the addition of an electron to the conduction band (CB), provides a cathodic peak. As the size of the nanocrystal decreases, the cathodic and anodic peaks are expected to shift toward more negative and positive potentials respectively. Thus, the size of the quantization effect can readily be confirmed. In the present investigation, the charge transfer can be viewed as a formation of the noninteracting electron-hole pair. The potential difference between cathodic and anodic peaks is correlated to the single-particle or quasi-particle gap. The peak separation observed in Figure 5a for the sample refluxed at 90 min (CdSe/CdTe) was 2.38 eV, which is consistent with the optical gap since the difference between the values was only 4%.

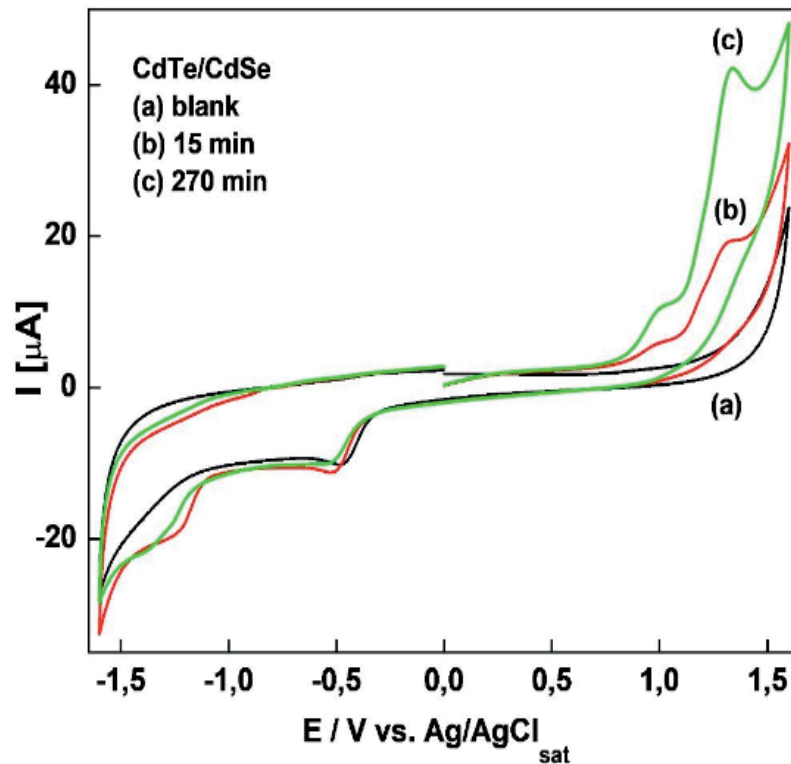


Fig. 5b . Cyclic voltammograms for CdTe/CdSe heterostructure

From Figure 5b, it was also calculated the peak separation for the sample refluxed at 270 min (CdTe/CdSe) and the value was 2.56 eV, which corresponds only to 12% of difference compared to optical gap. Therefore, these results confirm that the band structure parameters determined from CV measurements are in good agreement with the values obtained from UV-Vis spectroscopy, showing great reliability between the techniques.

4 | CONCLUSIONS

We have synthesized CdTe /CdSe and CdSe /CdTe semiconductor nanocrystals in colloidal solution. We observed that in nanocrystals with CdTe/CdSe heterostructure the developing of the thin CdSe shell improves the surface, optimizing the PL. In these heterostructures, the radius increase of 1.88 nm to 2.36 nm after 270 min reflux and the maximum thickness of the shell was 0.48 nm. On the other hand, In the nanocrystal with CdSe/CdTe heterostructure, the radius increase of 2.54 nm to 2.81 nm after 90 min of reflux and the maximum thickness of the shell was 0.23 nm. Finally, we have verified that the nanostructuring process of CdSe/CdTe nanocrystals starts with the formation of alloy Ternary CdSe(1-x) Tex.

5 | ACKNOWLEDGEMENTS

We acknowledge the Brazilian financial agencies CNPq, CAPES and FAPEMIG. M. A. G. B. acknowledges FAPEMIG grants CEX-APQ-00753- 18.

REFERENCES

- BRUCHEZ, M.; MORONNE, M.; GIN, P.; WEISS, S.; ALIVISATOS, A. P. **Semiconductor Nanocrystals as Fluorescent Biological Labels**. *Science*, v. 281, p. 2013–2016, 1998.
- EMBDEN, J. V.; JASIENIAK, J.; GOMEZ, D. E.; MULVANEY, P.; GIERSIG, M.; **Review of the Synthetic Chemistry Involved in the Production of Core/Shell Semiconductor Nanocrystals**. *J. Chem.*, v. 60, p. 457–471, 2007.
- HANGARTER, C. M.; DEBNATH, R.; HA, J. Y.; SAHINER, M. A.; REEHIL, C. J.; MANNERS, W. A.; JOSELL, D. **Photocurrent Mapping of 3D CdSe/CdTe Windowless Solar Cells**. *ACS Applied Materials & Interfaces*, v. 5, n. 18, p. 9120-9127, 2013.
- HINES, M. A.; GUYOT-SIONNEST, P. **Synthesis and Characterization of Strongly Luminescing ZnS-Capped CdSe Nanocrystals**. *J. Phys. Chem.*, v. 100, p. 468–471, 1996.
- KARTOPU, G.; WILLIAMS, B. L.; ZARDETTO, V.; GÜRLEK, A.K.; CLAYTON, A. J.; JONES, S.; KESSELS, W. M. M.; CREATORE, M.; IRVINE, S. J. C. **Enhancement of the photocurrent and efficiency of CdTe solar cells suppressing the front contact reflection using a highly-resistive ZnO buffer layer**. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, v. 191, p. 78-82, March 2019.
- KIM, S.; FISHER, B.; EISLER, H. J.; BAWENDI, M. **Type-II Quantum Dots: CdTe/CdSe (Core/Shell) and CdSe/ZnTe (Core/Shell) Heterostructures**. *Journal of the American Chemical Society*, v. 125, n.38, p. 11466-11467, 2003.
- PIETRYGA J. M.; PARK, Y. S.; LIM, J.; FIDLER, A. F.; BAE, W. K.; BROVELLI, S.; KLIMOV, V. I.; **Spectroscopic and Device Aspects of Nanocrystal Quantum Dots**. *Chem. Rev.*, v. 116, n. 18, p. 10513-10622, 2016.
- PRADO, S. J.; TRALLERO-GINER, C.; ALCALDE, A. M.; LÓPEZ-RICHARD, V.; MARQUES, G. E., **Optical transitions in a single CdTe spherical quantum dot**. *Physical Review B*, v. 68, p. 235327, 2003.
- REISS P.; PROTIERE M.; LI, L.; **Core/shell semiconductor nanocrystals**. *Small*, v. 5, p. 154–168, 2009.
- ROGACH, A. L.; GAPONIK, N.; LUPTON, J. M.; BERTONI, C.; GALLARDO, D. E.; DUNN, S.; PIRA, N. L.; PADERI, M.; REPETTO, P.; ROMANOV, S. G.; O'DWYER, C.; TORRES, C. M. S.; EYCHMÜLLER, A. **Light-emitting diodes with semiconductor nanocrystals**. *Angew. Chem. Int.*, v. 47, p. 6538–6549, 2008.
- SMITH, A. M.; NIE, S. **Semiconductor Nanocrystals: Structure, Properties, and Band Gap Engineering**. *Accounts of chemical research*, v. 43, n. 2, p. 190-200, February 2010.
- ZHAO, J.; ZHONG, D.; ZHOU, S. **NIR-I-to-NIR-II fluorescent nanomaterials for biomedical imaging and cancer therapy**. *J. Mater. Chem. B*, v. 6, p. 349-365, 2018.

SOBRE O ORGANIZADOR

Henrique Ajuz Holzmann: Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alumina-zircônia 154, 156

Aptasensor 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 87, 88, 91, 92, 93

Área específica 108, 115, 116, 117, 142, 143

B

Biogás 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35

Biomateriais 74, 75, 209

C

CdTe/CdSe 161, 162, 163, 164, 165, 168, 169, 170

Compósito 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Conversão 108, 110, 112, 115, 116, 118

E

Eletrofiação 73, 74, 75, 77, 79, 80, 81, 83, 119, 122, 123, 124, 125, 126, 131

Eletroquímica 52, 53, 55, 57, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 87, 88, 89, 91, 92, 189

Engenharia tecidual 74

Espaçamento de fibra 1

F

Fase Anatase 133, 135, 136, 140, 141, 142, 143

Fator de Qualidade 146, 147, 151, 152

Fibra de Juta 10, 12, 22

Fibra de vidro 10, 12, 13, 20, 21

Fibras de carbono 36, 37, 38, 40, 49

Fibras de sisal 1, 2, 3, 7, 14

Fibras naturais 1, 2, 10, 11, 12, 13, 21

Filtro 23, 28, 33, 97

Fosfato metálico 133

Fotocatálise 133, 134, 135, 142, 144

G

Gelatina 108, 110, 111

Genossensores 64, 65, 66

H

H₂S 23, 24, 25, 28, 29, 32, 33, 34

Híbrido 10, 13, 21

I

Indutores Internos 146, 151

L

Laminados 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21

LaNiO₃ 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 131

M

Meniscos 73, 74, 75, 80, 81, 83

Microdomínios 36, 38, 40, 44, 45, 46, 47, 48, 49

N

Nanocompósito 96, 99, 101, 104, 105

Nanocristais 162

Nanopartículas de Ouro 63, 66, 68

Nanotubo de carbono 51, 87

Neuroesquistossomose 63, 64, 65, 70, 71, 72

Núcleo/casca 162

O

Ocratoxina A 51, 52, 87, 88

Óxido de zinco 51, 52, 54, 87, 89, 90, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 106, 205, 206

P

Pechini 23, 24, 27, 34, 108, 109, 110, 111, 118

Perovskita 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 120

Piche mesofásico 36, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 49

Poli(ácido láctico) 96, 97

Propriedades mecânicas 1, 2, 5, 10, 12, 13, 21, 36, 37, 38, 49, 75, 83, 97, 98, 104, 106, 154, 155, 156, 158, 159, 209

R

Rádio Frequência 146, 147

S

Síntese coloidal 162

Sol-Gel 122, 132, 133, 134, 136, 144

T

Teoria mesoscópica do contínuo 36, 39

U

Umidade 12, 14, 23, 24, 25, 27, 28, 31, 32, 33, 52, 77, 97, 123, 137, 230, 239, 240, 241

