

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

**Marcelo Máximo Purificação
Miriam Ines Marchi
Nélia Maria Pontes Amado
(Organizadores)**



Atena
Editora

Ano 2020

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

**Marcelo Máximo Purificação
Miriam Ines Marchi
Nélia Maria Pontes Amado
(Organizadores)**



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: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Lorena Prestes

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

Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof^a Dr^a 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

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof^a Dr^a 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

Prof^a Dr^a 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
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
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
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
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 Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a 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^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	<p>Ciências exatas e da terra exploração e qualificação de diferentes tecnologias / Organizadores Marcelo Máximo Purificação, Miriam Ines Marchi, Nélia Maria Pontes Amado. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-085-8 DOI 10.22533/at.ed.858200306</p> <p>1. Ciências exatas e da terra. 2. Tecnologia. I. Purificação, Marcelo Máximo. II. Marchi, Miriam Ines. III. Amado, Nélia Maria Pontes.</p> <p style="text-align: right;">CDD 507</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O contexto atual nos coloca diante da assertiva da importância da ciência na resolução de problemas de ordem diversas. A (r)evolução tecnológica têm dado visibilidade a ciência e de maneira especial as Ciências Exatas e da Terra, que vêm gerando conhecimentos em diferentes eixos temáticos e perspectivas. Nesse viés, apresentamos o e-book “Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias”, organizado em 15 capítulos teóricos que trazem as interfaces de vários saberes.

Um dos objetivos do e-book é promover de forma pertinente a reflexão entre as múltiplas áreas do conhecimento que transitam no eixo central das Ciências Exatas e da Terra, em contextos formais e não formais de educação. A necessidade de diálogos nessa direção é tanto maior, quanto é reconhecida a sua escassez, e olhe, que as Ciências Exatas estão entre as mais antigas das Ciências.

Os textos apresentados neste e-book, são resultados de pesquisas científicas desenvolvidas em território brasileiro. Trazem marcas de seus autores, assim como de suas áreas de formação/atuação, mas, acima de tudo, trazem respostas as suas inquietudes e problemas. Problemas esses, que na sua maioria, visam melhorar os contextos sociais.

Esperamos, que este e-book publicado pela Atena Editora, possa explicitar particularidades de conceitos nas Ciências Exatas e da Terra, apontar utilização e descrever processos e qualificação desenvolvidos com uso de diferentes tecnologias.

Isto dito, desejamos a vocês leitores, uma boa leitura.

Dr. Marcelo Máximo Purificação

Dra. Miriam Ines Marchi

Dra. Nélia Maria Pontes Amado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CHARACTERISTIC ANALYSIS OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY IN LIQUID MEDIA IN PLASTIC INJECTION SERVICE BY CONFORMATION	
Vagner dos Anjos Costa	
Cochiran Pereira dos Santos	
Fábio Santos de Oliveira	
Leonardo Luiz Sousa Silveira	
Fabrcio Oliveira da Silva	
Janice Gomes da Silva	
Jean Kelvin Menezes	
Daniel Cruz Santos	
Manoel Victor da Silva Sousa	
Vincius José dos Santos	
Everton Viana Soares	
Mackson Flávio dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.8582003061	
CAPÍTULO 2	13
COMPARAÇÃO ENTRE PROPRIEDADES MECÂNICAS DE CINCO MARCAS COMERCIAIS DE PRESERVATIVOS MASCULINOS	
Rômulo Queiroz Fratari	
Jorge Trota Filho	
Sérgio Pinheiro de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.8582003062	
CAPÍTULO 3	22
CARACTERIZAÇÃO DE SEDIMENTO DO RIBEIRÃO SAMAMBAIA EM CATALÃO (GO)	
Alynne Lara de Souza	
Antover Panazzolo Sarmento	
Maria Rita de Cassia Santos	
DOI 10.22533/at.ed.8582003063	
CAPÍTULO 4	30
DESENVOLVIMENTO DE UMA ROTINA COMPUTACIONAL EM MATLAB PARA ANÁLISE DE PROBLEMAS DE CONDUÇÃO EM ALETAS	
Anelize Terroni Teixeira	
Santiago Del Rio Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.8582003064	
CAPÍTULO 5	44
ESTUDO PRELIMINAR PARA IMPLANTAÇÃO DE PROJETO MODELO DE ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO, SANTARÉM-PA	
Alef Régis Lima	
Arthur Almeida Silva	
Poliana Felix de Souza	
Sérgio Gouvêa de Melo	
DOI 10.22533/at.ed.8582003065	

CAPÍTULO 6	49
DETERMINAÇÃO DE GLICEROL EM BIODIESEL A PARTIR DE UM MÉTODO ELETROQUÍMICO EM MICROEMULSÃO	
João Pedro Jenson de Oliveira	
Acelino Cardoso de Sá	
Miguel Sales Porto de Sousa	
Leonardo Lataro Paim	
DOI 10.22533/at.ed.8582003066	
CAPÍTULO 7	61
EVALUATION OF STEELS USED FOR HARDNESS STANDARD BLOCKS PRODUCTION	
Jorge Trota Filho	
Sérgio Pinheiro de Oliveira	
Rômulo Queiroz Fratari	
DOI 10.22533/at.ed.8582003067	
CAPÍTULO 8	68
IMOBILIZAÇÃO DE LIPASES MICROBIANAS EM SUPORTES HIDROFÓBICOS PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL	
Maria Carolina Macário Cordeiro	
César Milton Baratto	
Cristian Antunes de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.8582003068	
CAPÍTULO 9	79
VALIDAÇÃO DO FATOR DA ANTENA BICONILOG	
Marcelo Sanches Dias	
Wagner de Souza Mello	
DOI 10.22533/at.ed.8582003069	
CAPÍTULO 10	85
UTILIZAÇÃO DE ANÁLISE DE RADÔNIO COMO TÉCNICA PARA A LOCAÇÃO DE POÇOS TUBULARES DE ÁGUA SUBTERRÂNEA EM AQUÍFEROS FRATURADOS	
Paulo Henrique Prado Stefano	
Ari Roisenberg	
José Domingos Faraco Gallas	
Zildete Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.85820030610	
CAPÍTULO 11	99
METROLOGIA DIMENSIONAL DA FUSÃO E DA SEGMENTAÇÃO DE IMAGENS	
Douglas Mamoru Yamanaka	
Manuel António Pires Castanho	
DOI 10.22533/at.ed.85820030611	
CAPÍTULO 12	110
MAPEAMENTO GEOLÓGICO DE 1:25.000 E EVOLUÇÃO TECTÔNICA DO SINCLINAL PIEDADE, NORDESTE DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, CAETÉ/MG	
Sabrine Conceição de Moraes	
Jhonny Nonato da Silva	
Ulisses Cyrino Penha	
DOI 10.22533/at.ed.85820030612	

CAPÍTULO 13 130

IMPLEMENTATION OF THE GAMMA MONITOR CALIBRATION LABORATORY (LABCAL) OF THE INSTITUTE OF CHEMICAL, BIOLOGICAL, RADIOLOGICAL AND NUCLEAR DEFENSE(IDQBRN) OF THE TECHNOLOGY CENTER OF THE BRAZILIAN ARMY (CTEX)

Mario Cesar Viegas Balthar
Aneuri Souza de Amorim
Avelino dos Santos
Paulo Ricardo Teles De Vilela
Luciano Santa Rita Oliveira
Paulo Eduardo Chagas de Oliveira Penha
Roberto Neves Gonzaga
Luiz Cesar Sales Fagundes
Thiago de Medeiros Silveira Silva
Fábio Gomes Vieira
Domingos D'Oliveira Cardoso
Ana Carolina dos Anjos da Cruz Izidório

DOI 10.22533/at.ed.85820030613

CAPÍTULO 14 136

CARACTERIZAÇÃO DE FILMES FINOS DE DERIVADOS DE POLIFULERENOS

André Vítor Santos Simões
Lucas Kaique Martins Roncaselli
Hasina Harimino Ramanitra
Meera Stephen
Deuber Lincon da Silva Agostini
Roger Clive Hiorns
Clarissa de Almeida Olivati

DOI 10.22533/at.ed.85820030614

CAPÍTULO 15 144

UTILIZAÇÃO DA CENTRAL DE AJUDA PARA A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO: ESTRATÉGIAS PARA AUXÍLIO AO USUÁRIO

Paulo Freire Sobrinho

DOI 10.22533/at.ed.85820030615

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 150

ÍNDICE REMISSIVO 151

CARACTERIZAÇÃO DE FILMES FINOS DE DERIVADOS DE POLIFULERENOS

Data de aceite: 28/05/2020
Data de submissão: 05/02/2020

André Vítor Santos Simões

UNESP – Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de
Ciências e Tecnologia, departamento de Física
Presidente Prudente - SP

<http://lattes.cnpq.br/4442553304654313>

Lucas Kaique Martins Roncaselli

UNESP – Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de
Ciências e Tecnologia, departamento de Física
Presidente Prudente – SP

<http://lattes.cnpq.br/6222719419170014>

Hasina Harimino Ramanitra

CNRS/Univ Pau & Pays Adour, Institut des
Science Analytiques et Physico-Chimie pour
l'Environnement et les Materiaux,
Pau – França

<https://orcid.org/0000-0002-8039-995X>

Meera Stephen

CNRS/Univ Pau & Pays Adour, Institut des
Science Analytiques et Physico-Chimie pour
l'Environnement et les Materiaux,
Pau – França

<https://orcid.org/0000-0003-0326-4354>

Deuber Lincon da Silva Agostini

UNESP – Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de
Ciências e Tecnologia, departamento de Física
Presidente Prudente – SP

<http://lattes.cnpq.br/8933884950667644>

Roger Clive Hiorns

CNRS/Univ Pau & Pays Adour, Institut des
Science Analytiques et Physico-Chimie pour
l'Environnement et les Materiaux,
Pau – França

<https://orcid.org/0000-0002-9887-5280>

Clarissa de Almeida Olivati

UNESP – Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de
Ciências e Tecnologia, departamento de Física
Presidente Prudente - SP

<http://lattes.cnpq.br/9822212808651415>

RESUMO: O fulereno é considerado o terceiro alótropo do carbono, depois do diamante e do grafite. O estudo de sua estrutura química vem crescendo, devido a sua afinidade para coletar elétrons. Este trabalho propõe um estudo comparativo a respeito das propriedades elétricas de três diferentes derivados de fulerenos. São eles: PCBM, OPCBMMB e PPCBMB. Para tal, os materiais foram usados para a fabricação de filmes finos, através da técnica de Langmuir-Schaefer, que permite um alto nível de controle de espessura e uniformidade morfológica. Os filmes finos foram submetidos a tensão elétrica, onde foi possível determinar os valores de

condutividade elétrica dos materiais e resistência elétrica dos filmes.

PALAVRAS-CHAVE: Fulerenos, Langmuir-Schaefer, filmes finos.

CHARACTERIZATION OF POLY(FULLERENE) THIN FILMS

ABSTRACT: Fullerene is considered to be the third carbon allotrope after diamond and graphite. The study of fullerene derivatives has been growing due to their exceptional electron affinity. This work proposes a comparative study of the electrical properties of three different fullerene derivatives, being phenyl- C_{61} -butyric acid methyl ester (PCBM), oligo{(phenyl- C_{61} -butyric acid methyl ester)-*alt*-[1,4-bis(bromomethyl)-2,5-bis(octyloxy)benzene]} (OPCBMMB) and poly{[bispyrrolidino(phenyl- C_{61} -butyric acid methyl ester)]-*alt*-[2,5-bis(octyloxy)benzene]} (PPCBMB). For this, the materials were used to the fabrication of thin films, using the Langmuir-Schaefer technique, which allows a high level of thickness and morphological uniformity. The thin films were submitted to an electric tension, where it was possible to determine the electrical conductivity to the materials and the electric resistance to the films.

KEYWORDS: Fullerene, Langmuir-Schaefer, thin films.

1 | INTRODUÇÃO

A facilidade e o baixo custo de processamento fizeram com que os materiais poliméricos se tornassem abundantemente presentes em nossa vida cotidiana. Na indústria elétrica, os materiais poliméricos foram usados inicialmente com o intuito de substituir os isolantes feitos a base de papel. Sua aceitação foi muito boa por serem materiais leves, baratos e altamente isolantes (DE PAOLI, 1986).

A descoberta, em 1985, do buckminsterfullerene C_{60} , atualmente chamado de fulereno C_{60} , ocorreu acidentalmente na tentativa de simular as condições de nucleação dos átomos de carbono nas estrelas gigantes vermelhas frias, tipo N (KROTO, 1985). Por causa de sua grande estabilidade química e estrutural, o C_{60} é considerado como sendo o terceiro alótropo do carbono, depois do diamante e do grafite (VENEGAS ROMERO, 2002). O estudo da estrutura química do fulereno vem crescendo muito, os atrativos para seu estudo se devem a sua afinidade excepcional para coletar elétrons.

Além de sua aplicação na área de dispositivos eletrônicos, os fulerenos apresentam características excepcionais na área anti-câncer e anti-virais, sendo promissores candidatos a citoproteção, fotoclivagem de DNA e inibição enzimática, dentre outras (LUCAFÒ, 2013).

Obtém-se certo controle sobre as propriedades de agregação do fulereno ao adicioná-lo a uma cadeia principal de um monômero, efetivamente transformando o fulereno (C_{60}) em um monômero. A polimerização do fulereno, de maneira controlada, é feita via adição de radicais. Tal procedimento apresentou grande rendimento de oligo(fulereno)s e poli(fulereno)s (ORLOVA, 2013)

Devido às características anfífilas dos copolímeros de fulerenos, eles materiais tem potencial para serem estudados em forma de filmes de Langmuir; Langmuir-Blodgett (LB) e Langmuir-Schaefer (LS). Filmes de Langmuir são formados na interface gás-líquido,

normalmente constituídos por moléculas anfifílicas que têm regiões polares e apolares bem definidas e insolúveis na fase líquida (subfase). Os filmes são formados pela transferência do material da subfase para substratos sólidos pela imersão e emersão sucessiva através da interface. Quando formados por anfifílicos ideais, os filmes de Langmuir podem constituir uma monocamada, nas quais as moléculas se organizam com sua parte polar voltada para a água e sua porção apolar dirigida para o ar. A técnica de formação dos filmes de Langmuir possibilita controle da organização da monocamada, quanto a sua compactação e arquitetura, através de uma barreira móvel capaz de varrer moléculas na interface. Filmes de Langmuir podem ser constituídos com grande controle de organização e de espessura, além de estruturação (GAO, 2005).

Este trabalho propõe um estudo comparativo de diferentes polifulerenos visando estudar suas propriedades elétricas na forma de filmes finos.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 – Materiais

Neste trabalho, foram utilizados três materiais derivados de fulerenos; phenyl- C_{61} -butyric acid methyl ester (PCBM), obtido comercialmente pela Sigma-Aldrich, e oligo{(phenyl- C_{61} -butyric acid methyl ester)-*alt*-[1,4-bis(bromomethyl)-2,5-bis(octyloxy)benzene]} (OPCBMMB), sintetizado em parceria com o Dr. Roger Hiorns (RAMANITRA, 2016)

e poly{[bispyrrolidino(phenyl- C_{61} -butyric acid methyl ester)-*alt*-[2,5-bis(octyloxy)benzene]} (PPCBMB), sintetizado também em parceria com o Dr. Roger Hiorns (STEPHEN, 2016). A Figura 1 representa a estrutura química dos materiais trabalhados.

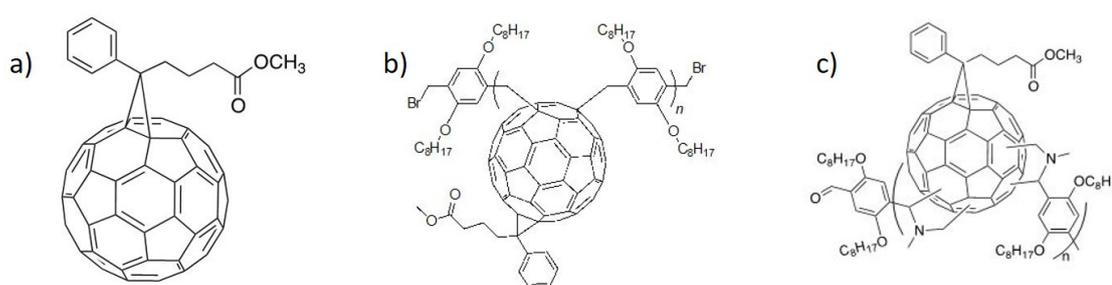


Figura 1: estrutura química do a) PCBM, b) OPCBMMB, c) PPCBMB

A fim de fabricar filmes finos com os materiais, para posteriormente realizar sua caracterização elétrica, os mesmos foram estudados na forma de solução, utilizando clorofórmio como solvente, com uma concentração de 0,2 mg/mL.

2.2 Fabricação dos filmes de Langmuir

Para a fabricação dos filmes ultrafinos foi utilizada uma Cuba de Langmuir KSV 5000, representada na figura 2, onde ocorre o espalhamento da solução em uma superfície aquosa

(subfase) e, após a evaporação do solvente, resta apenas o material espalhado na subfase. Neste ponto, o material é comprimido por barreiras móveis de modo que suas moléculas se organizem na superfície aquosa, formando uma monocamada, chamado filme de Langmuir.

Idealmente, os filmes de Langmuir são constituídos de monocamadas obtidas a partir do material anfifílico espalhado. A fase mais organizada do filme é chamada de fase condensada. Esta é a fase ideal para a deposição do material. As moléculas na fase condensada se encontram mais organizadas de modo que, o aumento da pressão além desta que mantém o filme organizado, provocaria uma sobreposição das moléculas e uma perda da organização, chamado colapso do filme (BLODGETT, 1935; MATTOSO, 2013).

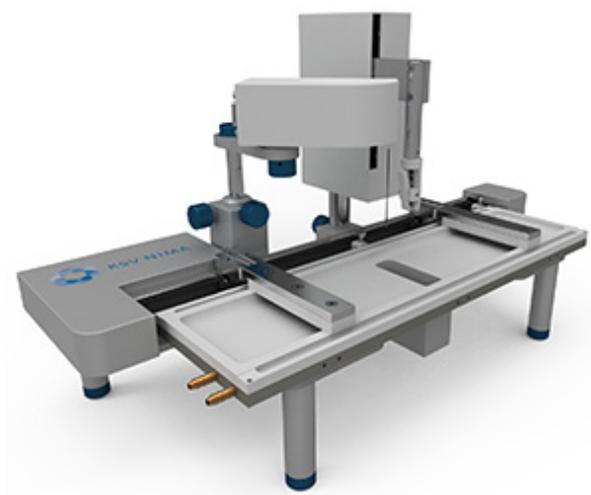


Figura 2: Representação de uma cuba de Langmuir (ATA).

Uma vez atingida a fase ideal, iniciou-se a deposição dos materiais, através da técnica de Langmuir-Schaeffer, que consiste na deposição horizontal do material no substrato, conforme representado na figura 3.

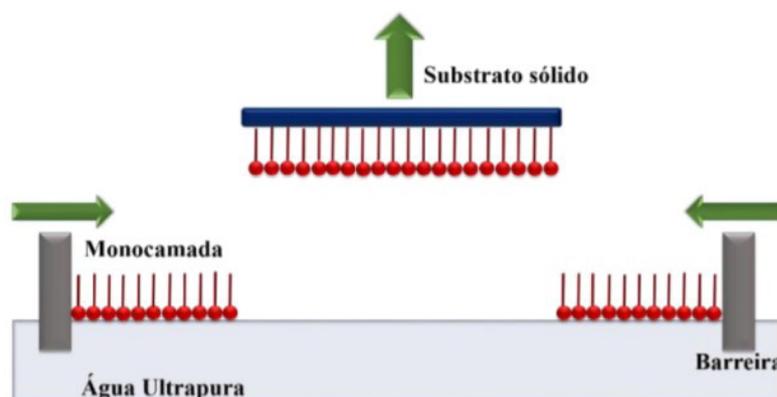


Figura 3: Técnica de deposição de Langmuir-Schaeffer (LS).

2.3 Caracterização Elétrica em Corrente Contínua

As caracterizações elétricas foram realizadas utilizando uma fonte Keithley modelo

238, onde a condutividade dos materiais foi estudada através das curvas I (corrente elétrica) vs. V (tensão).

Para sua caracterização elétrica, os filmes foram depositados pela técnica de Langmuir-Schaefer sobre eletrodos interdigitados de ouro (IDE-Au), cujas características de cada eletrodo são $N = 50$ dígitos com dimensões de 110 nm de altura (h), 8 mm de comprimento (L) e 100 μm de largura (w), conforme representado na Figura 4 (IDE com $N = 10$).

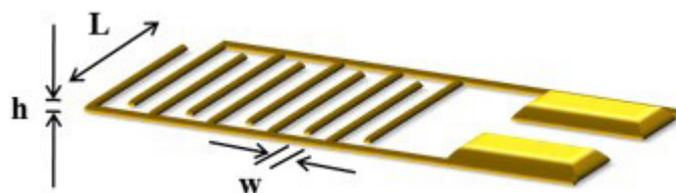


Figura 4: Representação esquemática de um eletrodo interdigitado de ouro (BITTENCOURT, 2019).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 – Isotermas de pressão de superfície (π -A)

A Figura 5, mostra os resultados obtidos pelas isotermas (π -A) para os materiais estudados, a fim de observar o comportamento dos polímeros e determinar a pressão ideal para a deposição dos filmes, bem como determinar a área molecular média dos materiais. As isotermas foram feitas espalhando 250 μL das soluções na cuba.

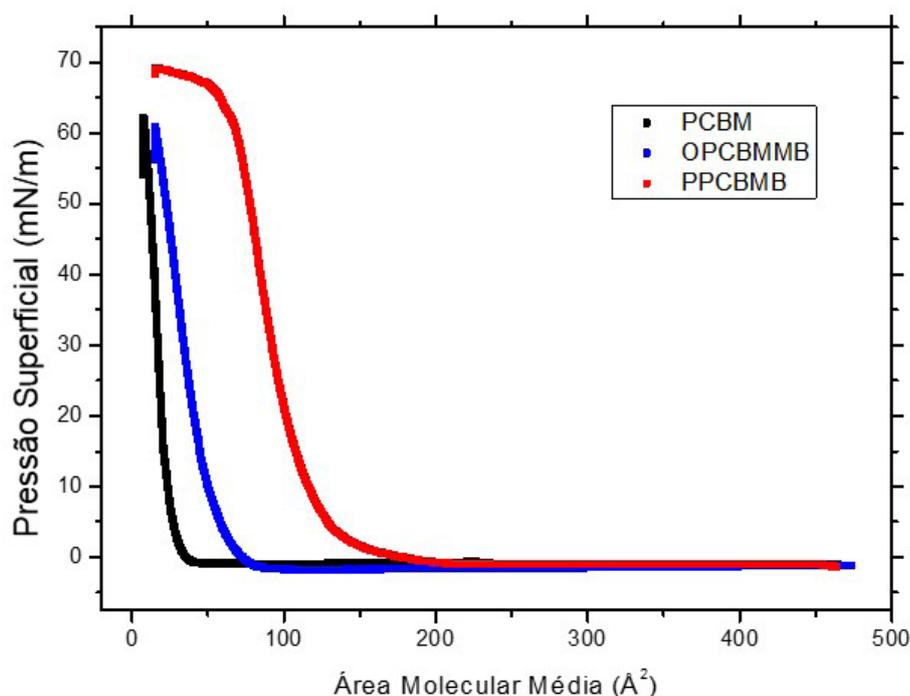


Figura 5: isotermas de pressão de superfície do PCBM, OPCBMMB e PPCBMB.

Através da análise das isotermas (π -A), foi possível observar a formação da fase sólida

e determinar a pressão superficial de aproximadamente 20 mN/m como uma fase ideal para a deposição do material (LONG, 1997; RAVAINÉ, 1996), bem como determinar a área molecular média de cada material, sendo, 25,5 Å², 53,9 Å² e 121,9 Å², respectivamente para o PCBM, OPCBMMB e PPCBMB, conforme disposto na tabela 1. Podemos observar uma diferença na área por molécula dos fulerenos, isso é atribuído ao grupo funcional de cada material que esta voltada para água, explicando a diferença entre as áreas, sendo o PCBM o menor, o OPCBMMB o intermediário e o PPCBMB o maior dentre os fulerenos estudados.

	PCBM	OPCBMMB	PPCBMB
Área molecular média (Å ²)	25,5	53,9	121,9

Tabela 1: Área Molecular Média dos polímeros estudados.

3.2 Caracterização Elétrica em Corrente Contínua

Os filmes finos, transferidos para o IDE, foram submetidos a uma tensão de -15 V a 15 V, gerando uma corrente elétrica. Os resultados obtidos para os três materiais estão dispostos na figura 6.

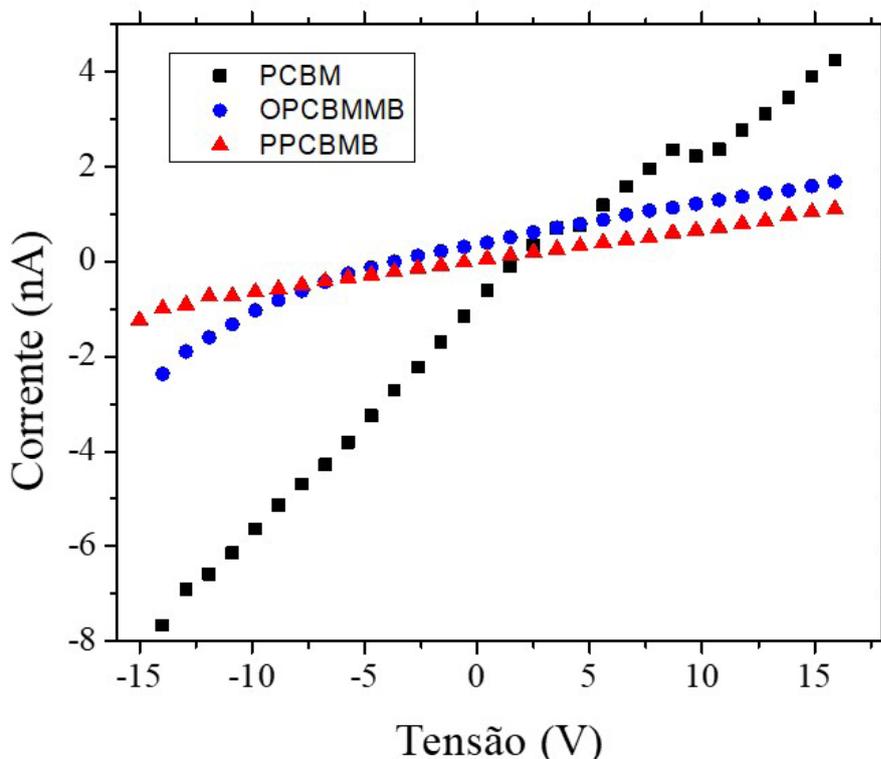


Figura 6: Curva característica I versus V para os filmes LS do PCBM, OPCBMMB e PPCBMB

Através do estudo das curvas I versus V, é possível observar que os três materiais possuem comportamento ôhmico. Também a partir do gráfico, foi possível estimar os valores de condutividade elétrica dos materiais, além da resistência elétrica dos filmes, conforme

descrito em trabalhos anteriores (OLIVEIRA, 2018). Os valores obtidos encontram-se dispostos na tabela 2.

	Condutividade (S/m)	Resistência (Ω)
PCBM	$2,01 \times 10^{-9}$	$2,53 \times 10^9$
OPCBMMB	$5,95 \times 10^{-10}$	$8,56 \times 10^9$
PPCBMB	$3,51 \times 10^{-10}$	$1,45 \times 10^{10}$

Tabela 2: Condutividade elétrica e resistência elétrica dos filmes LS

4 | CONCLUSÕES

Este trabalho permitiu estabelecer um estudo comparativo entre três diferentes derivados de fulerenos: PCBM, OPCBMMB e PPCBMB.

Filmes finos foram fabricados através da técnica de Langmuir-Schaefer, em uma Cuba de Langmuir, onde foi possível observar o comportamento do material e definir, através das isotermas de pressão, a fase ideal de deposição. As isotermas (π -A) feitas na Cuba de Langmuir permitiram também, fazer uma estimativa a respeito da área molecular média de cada material. Onde a maior área foi obtida para o PPCBMB a partir do estudo do comportamento dos materiais em corrente contínua, foi possível determinar o comportamento elétrico dos polímeros, através da curva de corrente elétrica x tensão, em que foi possível estimar os valores de condutividade elétrica dos materiais e resistência elétrica dos filmes. Mostrando que ambos, OPCBMMB e PPCBMB possuem uma condutividade uma ordem de grandeza menor que o PCBM.

REFERÊNCIAS

ATA Scientific Instruments. KSV NIMA LANGMUIR AND LANGMUIR-BLODGETT TROUGH. Disponível em <<https://www.atascientific.com.au/products/ksv-nima-langmuir-and-langmuir-blodgett-trough/>>. Acesso em: 01 de Fev. de 2020

BITTENCOURT, Jéssyka Carolina et al. Gas sensor for ammonia detection based on poly (vinyl alcohol) and polyaniline electrospun. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 136, n. 13, p. 47288, 2019.

BLODGETT, Katharine B. Films built by depositing successive monomolecular layers on a solid surface. **Journal of the American Chemical Society**, v. 57, n. 6, p. 1007-1022, 1935.

DE PAOLI, Marco-A.; MENESCAL, R. K. Polímeros Orgânicos Condutores de Corrente Elétrica; Uma revisão. **Química Nova**, v. 9, n. 2, p. 133-140, 1986.

GAO, Yuan et al. Synthesis and Characterization of Amphiphilic Fullerenes and Their Langmuir– Blodgett Films. **Langmuir**, v. 21, n. 4, p. 1416-1423, 2005.

KROTO, Harold W. et al. C60: Buckminsterfullerene. **nature**, v. 318, n. 6042, p. 162-163, 1985.

LONG, Chengfen et al. Tem study on Langmuir-Blodgett films of two novel C60 derivatives. **Solid state communications**, v. 101, n. 6, p. 439-442, 1997.

LUCAFÒ, Marianna et al. Profiling the molecular mechanism of fullerene cytotoxicity on tumor cells by RNA-seq. **Toxicology**, v. 314, n. 1, p. 183-192, 2013.

MATTOSO, Luiz HC; FERREIRA, Marysilvia; OLIVEIRA JUNIOR, Osvaldo N. Filmes Langmuir-Blodgett de polímeros condutores. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 4, n. 2, p. 23-34, 2013.

OLIVEIRA, Vinicius Jessé Rodrigues de. Fabricação e caracterização de dispositivos fotovoltaicos utilizando filmes Langmuir-blodgett de polímeros com baixo valor de bandgap. 2018.

ORLOVA, Marina A. et al. Perspectives of fullerene derivatives in PDT and radiotherapy of cancers. **Journal of Advances in Medicine and Medical Research**, p. 1731-1756, 2013.

RAMANITRA, Hasina H. et al. Increased thermal stabilization of polymer photovoltaic cells with oligomeric PCBM. **Journal of Materials Chemistry C**, v. 4, n. 34, p. 8121-8129, 2016.

RAVAINE, S.; MINGOTAUD, C.; DELHAES, P. Langmuir and Langmuir-Blodgett films of C60 derivatives. **Thin solid films**, v. 284, p. 76-79, 1996.

STEPHEN, Meera et al. Sterically controlled azomethine ylide cycloaddition polymerization of phenyl-C 61-butyric acid methyl ester. **Chemical communications**, v. 52, n. 36, p. 6107-6110, 2016.

VENEGAS ROMERO, Jose Gino et al. Síntese de fulerenos (C60 e C70) e nanotubos de carbono de parede simples por pirólise em plasma de hélio, e sua caracterização por espectroscopia IV, UV-Vis, DRX, adsorção de gases, espectroscopia Raman, MEV e MET. 2002.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aletas 30, 31, 32, 33, 35, 36, 38, 40, 42, 43
Antena 11, 79, 80, 81, 82, 83, 84
Aqüíferos fraturados 11, 85, 86, 87, 97
Aterro sanitário 44, 45, 46, 48

C

Condução 30, 31, 33, 34, 35, 37, 38, 43
Condutividade 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 32, 36, 40, 137, 140, 141, 142

D

Desenvolvimento de suportes 68

E

Eletrodeposição 49, 52, 53, 54
Emissão radiada 79, 80, 81
Ensaio de tração 13

F

Fator 5, 11, 51, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 115
Filmes finos 12, 136, 137, 138, 141, 142
Fulereo 136, 137

G

Glicerol 49, 50, 51, 52, 53, 57, 58, 59, 69

I

Imobilização 68, 70, 73, 74, 75, 76, 77, 78

M

Medição dimensional 99
Metrologia 2, 4, 99, 100, 108, 131, 132, 135
Microemulsão 49, 57, 58, 59

P

Poluição 44, 46
Preservativos 10, 13, 21

Q

Quadrilátero Ferrífero 110, 111, 112, 114, 127, 128, 129
Qualidade 2, 3, 4, 5, 10, 11, 23, 47, 48, 51, 59, 80, 88, 98, 100, 103, 144, 145, 147, 148

R

Radônio 11, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98

Refrigeração industrial 2

Resistividade 5, 12, 85, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97

S

Sedimento 22, 23, 24, 27

T

Textura cristalográfica 61

Transesterificação 49, 50, 60, 68, 69, 73, 75

V

Validação 10, 11, 79, 80, 82, 83

Visão computacional 108

 **Atena**
Editora
2 0 2 0