

# 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:** Profª Drª 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**

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

Profª Drª 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

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

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

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

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

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  
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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> 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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
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>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
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	
Vinícius José dos Santos	
Everton Viana Soares	
Mackson Flávio dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8582003061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
COMPARAÇÃO ENTRE PROPRIEDADES MECÂNICAS DE CINCO MARCAS COMERCIAIS DE PRESERVATIVOS MASCULINOS	
Rômulo Queiroz Fratari	
Jorge Trota Filho	
Sérgio Pinheiro de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8582003062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>22</b>
CARACTERIZAÇÃO DE SEDIMENTO DO RIBEIRÃO SAMAMBAIA EM CATALÃO (GO)	
Alynne Lara de Souza	
Antover Panazzolo Sarmento	
Maria Rita de Cassia Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8582003063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>30</b>
DESENVOLVIMENTO DE UMA ROTINA COMPUTACIONAL EM MATLAB PARA ANÁLISE DE PROBLEMAS DE CONDUÇÃO EM ALETAS	
Anelize Terroni Teixeira	
Santiago Del Rio Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8582003064</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>44</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8582003065</b>	



<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>49</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8582003066</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>61</b>
EVALUATION OF STEELS USED FOR HARDNESS STANDARD BLOCKS PRODUCTION	
Jorge Trota Filho Sérgio Pinheiro de Oliveira Rômulo Queiroz Fratari	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8582003067</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>68</b>
IMOBILIZAÇÃO DE LIPASES MICROBIANAS EM SUORTES HIDROFÓBICOS PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL	
Maria Carolina Macário Cordeiro César Milton Baratto Cristian Antunes de Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8582003068</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>79</b>
VALIDAÇÃO DO FATOR DA ANTENA BICONILOG	
Marcelo Sanches Dias Wagner de Souza Mello	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8582003069</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>85</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.85820030610</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>99</b>
METROLOGIA DIMENSIONAL DA FUSÃO E DA SEGMENTAÇÃO DE IMAGENS	
Douglas Mamoru Yamanaka Manuel António Pires Castanho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.85820030611</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>110</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.85820030612</b>	

**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:** Fulereo, 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 fullerenes derivatives, being phenyl-C<sub>61</sub>-butyric acid methyl ester (PCBM), oligo{(phenyl-C<sub>61</sub>-butyric acid methyl ester)-*alt*-[1,4-bis(bromomethyl)-2,5-bis(octyloxy)benzene]} (OPCBMMB) and poly{[bispyrrolidino(phenyl-C<sub>61</sub>-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<sub>60</sub>, atualmente chamado de fulereo C<sub>60</sub>, 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<sub>60</sub> é considerado como sendo o terceiro alótropo do carbono, depois do diamante e do grafite (VENEGAS ROMERO, 2002). O estudo da estrutura química do fulereo 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 fullerenos 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 fulereo ao adicioná-lo a uma cadeia principal de um monômero, efetivamente transformando o fulereo (C<sub>60</sub>) em um monômero. A polimerização do fulereo, de maneira controlada, é feita via adição de radicais. Tal procedimento apresentou grande rendimento de oligo(fulereo)s e poli(fulereo)s (ORLOVA, 2013)

Devido às características anfífilas dos copolímeros de fullerenos, 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.

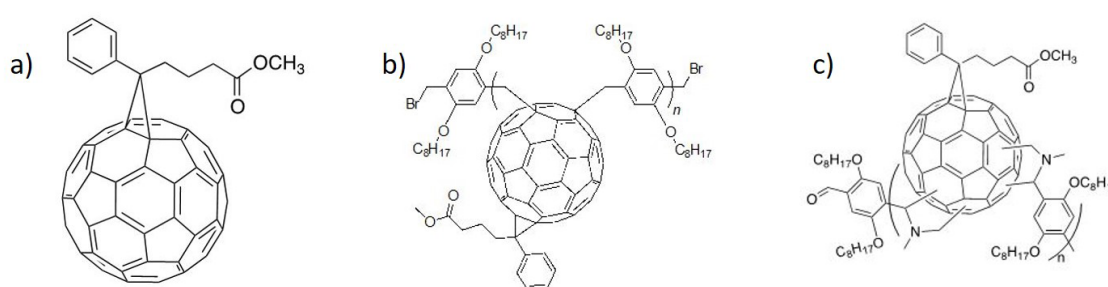


Figura 1: estrutura química do a) PCBM, b) OPCBMMB, c) PPCBMB

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).

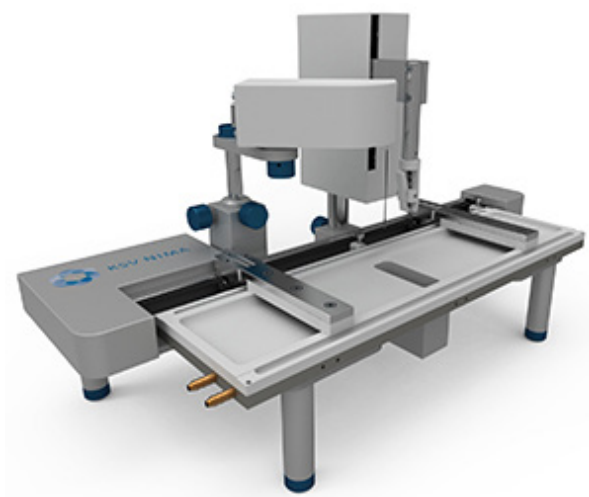


Figura 2: Representação de uma cuba de Langmuir (ATA).

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.

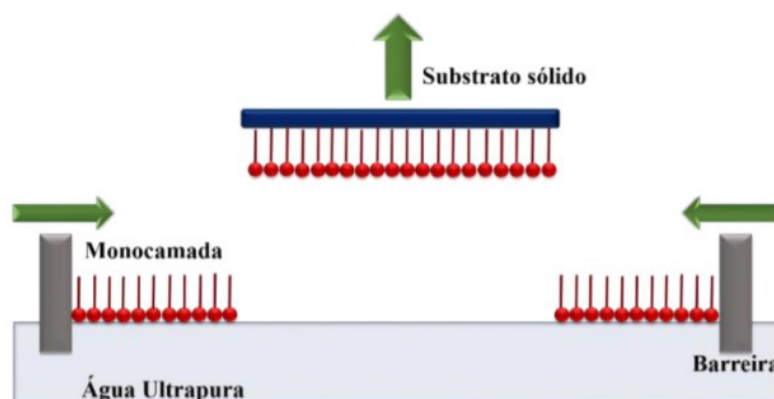


Figura 3: Técnica de deposição de Langmuir-Schaeffer (LS).

### 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  $\mu\text{m}$  de largura ( $w$ ), conforme representado na Figura 4 (IDE com  $N = 10$ ).

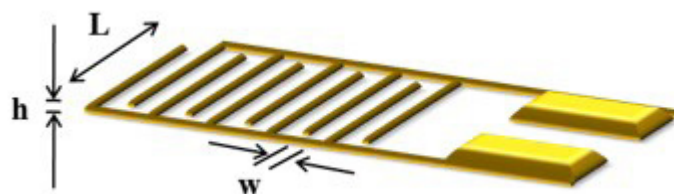


Figura 4: Representação esquemática de um eletrodo interdigitado de ouro (BITTENCOURT, 2019).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 – Isotermas de pressão de superfície ( $\pi$ -A)

A Figura 5, mostra os resultados obtidos pelas isotermas ( $\pi$ -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  $\mu\text{L}$  das soluções na cuba.

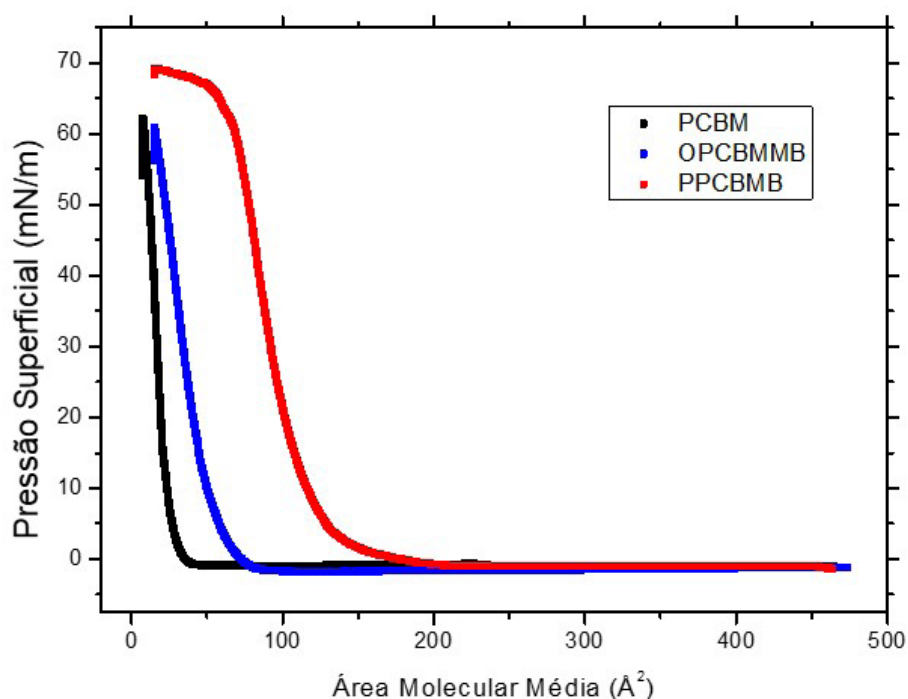


Figura 5: isotermas de pressão de superfície do PCBM, OPCBMMB e PPCBMB.

Através da análise das isotermas ( $\pi$ -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 Å<sup>2</sup>, 53,9 Å<sup>2</sup> e 121,9 Å<sup>2</sup>, 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 <sup>2</sup> )	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.

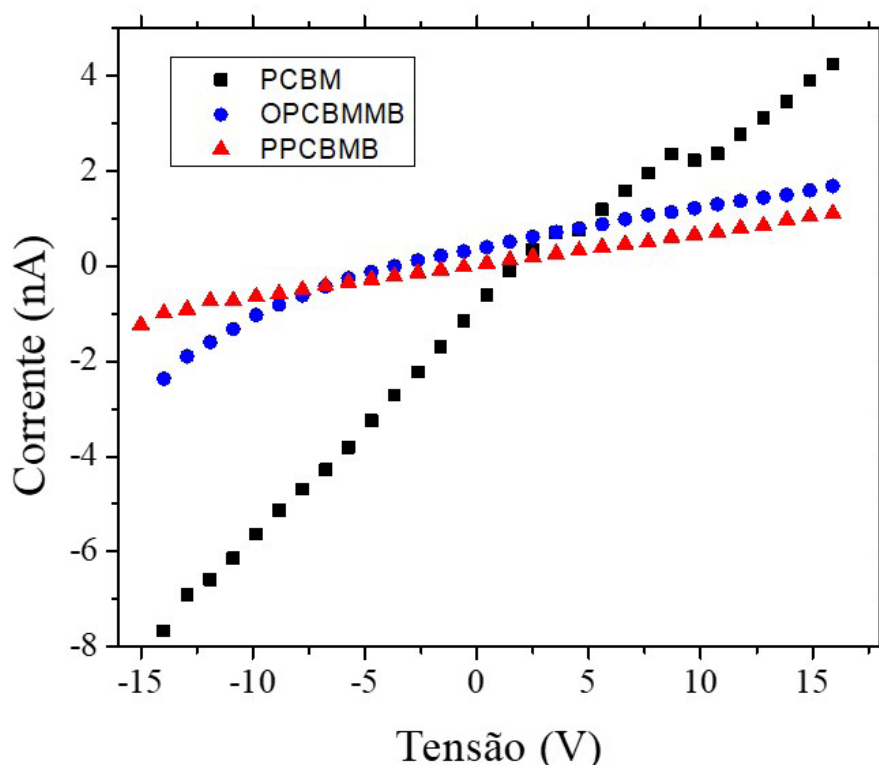


Figura 6: Curva característica I versus V para os filmes LS do PCBM, OPCBMMB e PPCBMB

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 ( $\Omega$ )
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 ( $\pi$ -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  
Aquíferos 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**