

GERAÇÃO DE CONHECIMENTO E TECNOLOGIA VOLTADOS À APLICAÇÃO EM PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)



GERAÇÃO DE CONHECIMENTO E TECNOLOGIA VOLTADOS À APLICAÇÃO EM PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

Atena
Editora

Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
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 – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
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
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
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
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
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
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª 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
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
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
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
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 Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
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. Lillian 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. Dr. 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. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Geração de conhecimento e tecnologia voltados à aplicação em processos químicos e bioquímicos

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Érica de Melo Azevedo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G354 Geração de conhecimento e tecnologia voltados à aplicação em processos químicos e bioquímicos / Organizadora Érica de Melo Azevedo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-566-2

DOI 10.22533/at.ed.662201811

1. Bioquímica. 2. Conhecimento. 3. Tecnologia. 4. Aplicação. 5. Processos Químicos e Bioquímicos. I. Azevedo, Érica de Melo (Organizadora). II. Título.

CDD 572

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos.

APRESENTAÇÃO

O livro “Geração de Conhecimento e Tecnologia voltados à Aplicação em Processos Químicos e Bioquímicos” apresenta artigos na área de pesquisa na área de Tecnologia, Ensino e desenvolvimento de processos Químicos e Bioquímicos. A obra contém 10 capítulos, que abordam temas sobre aproveitamento de resíduos agroindustriais, ensino de bioquímica, fermentação, produção de enzimas, projetos e dimensionamento de equipamentos para processos bioquímicos industriais, adsorção de corantes, preparo de membranas poliméricas, estudo de efeitos tóxicos de xenobióticos, e síntese de materiais cerâmicos nanoestruturados.

Os objetivos principais do presente livro são apresentar aos leitores diferentes aspectos das aplicações e pesquisas em tecnologia e processos químicos e bioquímicos de forma prática e contextualizada.

Os artigos constituintes da coleção podem ser utilizados para o desenvolvimento de projetos de pesquisa, para o ensino dos temas abordados e até mesmo para a atualização do estado da arte nas áreas de tecnologia química, processos e ensino desses temas.

Após esta apresentação, convido os leitores a apreciarem e consultarem, sempre que necessário, a obra “Geração de Conhecimento e Tecnologia voltados à Aplicação em Processos Químicos e Bioquímicos”. Desejo uma excelente leitura!

Érica de Melo Azevedo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA PRODUÇÃO DE ENZIMAS CELULOLÍTICAS POR *STREPTOMYCES CAPOAMUS*

Tháís Santiago do Amaral
Lucas de Souza Falcão
Victória Carolina Siqueira Mena Barreto
Sergio Duvoisin Junior
Patrícia Melchionna Albuquerque
Rafael Lopes e Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.6622018111

CAPÍTULO 2..... 9

ESTUDO DA PRODUÇÃO DE POLIGALACTURONASE POR *ASPERGILLUS BRASILIENSIS* UTILIZANDO CASCA DE CUPUAÇU COMO SUBSTRATO

Lucas de Souza Falcão
Patrícia Melchionna Albuquerque

DOI 10.22533/at.ed.6622018112

CAPÍTULO 3..... 21

ATIVIDADE DE EXTENSÃO COMO FERRAMENTA DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM BIOQUÍMICA II

Marcia Mourão Ramos Azevedo
Alexander Silva Aguiar
Walter Lucas Corrêa Santana
Idelvina Souza da Silva
Jessyca Kelly Ferreira de Sousa
Pedro Lucas das Neves de Oliveira
Maniusia da Mota Rocha
Francinelza Socorro Nogueira dos Santos
Cecila Leal de Sousa
Jéssica Tayanne Ramos Azevedo
Candria Taina de Sena Duarte
Milena Dias Dorabiato
Maria Vicencia Penaforte Maia

DOI 10.22533/at.ed.6622018113

CAPÍTULO 4..... 32

ESTUDO DO EMPREGO DE PINHÃO PROVENIENTE DA *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze) PARA PRODUÇÃO DE VODCA

Victor Erpen Broering
Darlan Nardi
Sabrina de Bona Sartor

DOI 10.22533/at.ed.6622018114

CAPÍTULO 5..... 40

PROJETO DE INDÚSTRIA CERVEJEIRA: DA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ECONÔMICO

AO DIMENSIONAMENTO DE EQUIPAMENTOS

Carolina Smaniotto Fronza
Dinalva Schein
Gabriela Aline Kroetz Bremm
Enrique Chaves Peres
Andréia Monique Lermen
Naiara Jacinta Clerici
Júlia Cristina Diel

DOI 10.22533/at.ed.6622018115

CAPÍTULO 6.....52

BIORREATORES DE LEITO EMPACOTADO PARA FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO: UM PANORAMA ATUAL DO ESTADO DA ARTE

Natalia Alvarez Rodrigues
Danielle Otani Marques de Sá
Fernanda Perpétua Casciatori

DOI 10.22533/at.ed.6622018116

CAPÍTULO 7.....65

ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO EM ARGILA ORGANOFÍLICA COMERCIAL

Ramiro Picoli Nippes
Tháisa Frossard Coslop
Fernando Henrique da Silva
Gabriela Nascimento da Silva
Paula Derksen Macruz
Patricia Lacchi da Silva
Mara Heloísa Neves Olsen Scaliante

DOI 10.22533/at.ed.6622018117

CAPÍTULO 8.....78

PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE MEMBRANAS DE POLIAMIDA 11 PARA TRATAMENTO DE ÁGUA DE REÚSO

Rayanne Penha Wandenkolken Lima
Eloi Alves da Silva Filho
Camila Alves Schimidel

DOI 10.22533/at.ed.6622018118

CAPÍTULO 9.....89

EFEITOS TÓXICOS DE XENOBIÓTICOS ORIUNDOS DE COSMÉTICOS

Sara Gabrielle Moreira Barroso
Manuela Ferreira de Pinho
Ríndhala Jadão Rocha Falcão
Daniel Rocha Pereira
Ronildson Lima Luz
Monique Santos do Carmo

DOI 10.22533/at.ed.6622018119

CAPÍTULO 10.....	100
SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE PSEDOBOEMITA (PB) ESTRUTURADA COM NANOCARGA CONTENDO ÓXIDO DE GRAFENO (GO)	
Fábio Jesus Moreira de Almeida	
Antonio Hortencio Munhoz Jr	
Bruno Luís Soares de Lima	
Igor José Dester Ladeira	
Karina Laura Fernandes Cardoso	
Leila Figueiredo de Miranda	
Nei Carlos Oliveira Souza	
DOI 10.22533/at.ed.66220181110	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	132
ÍNDICE REMISSIVO.....	133

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE PSEDOBOEMITA (PB) ESTRUTURADA COM NANOCARGA CONTENDO ÓXIDO DE GRAFENO (GO)

Data de aceite: 01/11/2020

Data de submissão: 29/09/2020

Nei Carlos Oliveira Souza

UPM (Universidade Presbiteriana Mackenzie) –
EE (Escola de engenharia)

São Paulo – SP

<https://orcid.org/0000-0001-5563-2863>

Fábio Jesus Moreira de Almeida

UPM (Universidade Presbiteriana Mackenzie) –
EE (Escola de engenharia)

São Paulo – SP

<https://orcid.org/0000-0001-6616-5180>

Antonio Hortencio Munhoz Jr

UPM (Universidade Presbiteriana Mackenzie) –
EE (Escola de engenharia)

São Paulo – SP

<https://orcid.org/0000-0002-4550-5294>

Bruno Luís Soares de Lima

UPM (Universidade Presbiteriana Mackenzie) –
EE (Escola de engenharia)

São Paulo – SP

<https://orcid.org/0000-0001-5630-8993>

Igor José Dester Ladeira

UPM (Universidade Presbiteriana Mackenzie) –
EE (Escola de engenharia)

São Paulo – SP

<https://orcid.org/0000-0002-2384-8560>

Karina Laura Fernandes Cardoso

UPM (Universidade Presbiteriana Mackenzie) –
EE (Escola de engenharia)

São Paulo – SP

<https://orcid.org/0000-0001-5475-6549>

Leila Figueiredo de Miranda

UPM (Universidade Presbiteriana Mackenzie) –
EE (Escola de engenharia)

São Paulo – SP

<https://orcid.org/0000-0003-2510-2532>

RESUMO: A Pseudoboemita (PB) usada no presente trabalho foi feita através do processo sol-gel, formando um oxihidróxido de alumínio, da mistura de nitrato de alumínio e álcool polivinílico [1], a fim de aumentar a homogeneidade nas dimensões (AIOOH.XH₂O), inserindo pontes de Vander Waals, auxiliando na estruturação de outros materiais. Por ter um caráter cerâmico, tem se mostrado eficaz, aumentando a temperatura de transição vítrea, quando inserido em outros materiais. Além disso, PB pode ser envelhecida para aumentar a cristalização e modificar suas propriedades de área específicas. O óxido de grafeno (GO) aplicado na PB foi obtido pelo método de Hummers [2], modificado para o tempo de síntese, garantindo um óxido de grafite muito oxidado e disperso, o que possibilitou um excelente revestimento da PB devido à alta reatividade superficial. A mistura foi realizada em diferentes amostras por diluição e agitação em água deionizada, evaporação quebrada e liofilizada, sempre apresentando PB em alta concentração e GO como dopante nas seguintes proporções: 0,1/1000; 0,6/1000; 1/1000; 2/1000. Um composto de PB nanoestruturado com GO foi analisado e os resultados da Microscopia Eletrônica de Varredura mostraram que o GO cobriu completamente a PB, deixando-a com excelente reatividade devido às propriedades

de sua área específica. Essa observação foi confirmada pela Espectroscopia Raman, que apresentou curvas GO características, apontando para o seu revestimento. A análise por difração de raios X mostra o caráter cerâmico da PB como predominante mesmo com o material misturado ao GO, que além de suas propriedades cerâmicas, ainda ganha resistência, propriedades elétricas e reatividade superficial devido a sua alta área específica.

PALAVRAS-CHAVE: Pseudoboemita (PB), Óxido de grafeno (GO), Nanomateriais.

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF HYBRID PSEUDOBOEHMITE (PB) BASED NANOPARTICLES CONTAINING GRAPHENE OXIDE (GO)

ABSTRACT: The Pseudoboehmite (PB) used in the present work was made by the sol-gel process, forming an aluminum oxyhydroxide, from the mixture of aluminum nitrate and polyvinyl alcohol [1], in order to increase the homogeneity in the dimensions ($\text{AlOOH}\cdot x\text{H}_2\text{O}$), inserting Van der Waals bridges, helping in the structuring of other materials. Because it has a ceramic character, it has been shown to be effective, increasing the glass transition temperature, when inserted in other materials. In addition, PB can be aged to increase crystallization and modify its specific area properties. The graphene oxide (GO) applied in PB was obtained by the method of Hummers [2], modified for the synthesis time, guaranteeing a very oxidized and dispersed graphite oxide, which made possible an excellent coating of PB due to the high surface reactivity. The mixture was carried out in different samples by dilution and agitation in deionized water, broken evaporation and lyophilization, always presenting PB in high concentration and GO as dopant in the following ratios: 0,1/1000; 0,6/1000; 1/1000; 2/1000. A composite of PB nanostructured with GO was designed and the results of Scanning Electron Microscopy showed that the GO completely covered the PB, leaving it with excellent reactivity due to its specific area properties. This observation was confirmed by Raman Spectroscopy, which presented characteristic GO curves, pointing to its coating. The analysis by X-ray diffraction shows the ceramic character of PB as predominant even with the material mixed with GO, which besides its ceramic properties, still gains resistance, electrical properties and superficial reactivity due to its high specific area.

KEYWORDS: Pseudoboehmite (PB), Graphene oxide (GO), Nanomateriais.

1 | OBJETIVOS

O trabalho atual visa à síntese de um nanocompósito, híbrido, formado pela mistura da Pseudoboemita (PB) obtida pelo método sol-gel [3] e o óxido de grafeno (GO), tanto em sua síntese processual, como na forma reduzida [4]. O objetivo primário é realizar todas as sínteses, PB, GO e rGO. Na sequência, foi realizada a síntese de PB e GO em diferentes proporções para busca da composição ótima, e assim sendo, foram realizadas as misturas nas concentrações: 0,1/1000; 0,6/1000; 1/1000; 2/1000; sendo maior relação para a pseudoboemita (PB) estruturante, e a menor relação em massa para o nanomaterial dopante óxido de grafeno (GO) Por fim, as caracterizações dão as diretrizes descrevendo as principais características dos materiais. Os materiais 2D de carbono, possuem uma grande tendência de recobrimento, com incríveis propriedades de adsorção, reatividade e

ganho de área específica [5]. Espera-se que a pseudoboemita continue sendo estrutural, pois é um ótimo ligante para outras classes de materiais, deseja-se que o óxido de grafeno se deposite superficialmente, sendo um material protetivo e reativo, aumentando a resistência mecânica do material e espera-se um aumento acentuado de porosidade ou ligantes superficiais que indiquem que as nanopartículas recobriram a Pseudoboemita, tornando-a mais aderente.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para obtenção dos materiais componentes da nanocarga, são necessárias as sínteses dos precursores, que não são imediatas. Nas seções a seguir estão descritos os processos de síntese destes precursores.

2.1 Pseudoboemita (PB)

O método conhecido e mais utilizado de obtenção da PB, é apontado pelo método de sol-gel [1]. Monta-se os precursores nitrato de alumínio nonahidratado ($\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) à 83% e o segundo álcool polivinílico (PVAL) à 9% tornando o caráter da solução em gel viscoso de suspensão, em contínua agitação magnética por 40 minutos com velocidade angular constante $w = 8 \cdot \pi$ rad/s.

Com a devida solubilização, goteja-se o produto em um béquer grande (> 1L), contendo hidróxido de amônia (NH_4OH), disperso entre 25% e 30% de peso molecular em água deionizada, já previamente resfriado em um banho termostático com temperaturas entre $-10,0$ °C e $-7,0$ °C.

Ao término da solução, com a ajuda de um pHmetro, afere-se o PH e se constatar que o PH é inferior a 9,0 unidades, adiciona-se NH_4OH até se obter valor próximo de PH = 9,0 mantido à 80°C com intuito de melhor recristalização devido a seu envelhecimento.

2.2 Óxido de Grafite (GrO)

Os materiais utilizados na produção do GrO são reagentes e equipamentos que estão dispostos nas tabelas a seguir.

Este processo foi baseado no método de Hummers [2] modificado do que se encontra repetidamente na literatura, pois apresenta grande sucesso. Foram utilizadas duas rotas diferentes para a síntese do GrO, com objetivo de verificar qual o melhor grau de oxidação para síntese de nano composto com Pseudoboemita. Variou-se o tempo de obtenção em uma mesma rota. As sistemáticas de ambas as rotas estão descritas a seguir:

2.2.1 Obtenção do GrO 1

Num balão de fundo redondo (500 ml), foram colocados 1,0 g de grafite em pó, 0,5 g de NaNO_3 para esfoliação do grafite, e a barra magnética. O balão de fundo redondo foi

colocado dentro da cuba de vidro (1000 ml) em constante banho de gelo e água fria, e esta cuba, por sua vez, foi colocada sobre o agitador magnético à 4 Hz. O balão foi suspenso por um suporte, cerca de 0,5 cm acima do agitador magnético. No balão foi depositado aos poucos 60 ml de H_2SO_4 em fluxo constante de aproximadamente $0,2 \text{ ml s}^{-1}$. Para que o ácido sulfúrico inicia um ataque químico à estrutura do grafite auxiliado pelo nitrato de sódio que já fora colocado.

Após 15,0 min de agitação com rotação de 300 rpm, foi adicionado com auxílio de uma espátula, 3,5g de $KMnO_4$ distribuídos uniformemente num intervalo de 40 min, para que a reação do permanganato de potássio adicionado seja completa, favorecendo a reação de oxidação do grafite, pela a quebra das ligações sp^2 na estrutura de grafite. Após 120 min de síntese, foi adicionado 3,5 g de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) 30 vols., na razão de 1 ml a cada 5 s, até a mistura atingir um alto potencial de oxidação.

Após ser decantado por 12 horas, o sobrenadante foi retirado com uma pipeta de Pasteur de 10,0 ml. Verteu-se o material sólido num funil de Buchner com 10,0 cm de diâmetro, contendo um papel de filtro com porosidade de $3,0 \mu\text{m}$. O material foi submetido à uma lavagem por filtração a vácuo que se inicia com 500,0 ml de água deionizada e 250 ml de ácido clorídrico HCl diluído à 10%. O intuito deste processo é retirar lentamente os grupamentos SO_4^{2-} devido ao alto teor de ácido sulfúrico utilizado. O material foi lavado com 500,0 ml de etanol e 250,0 ml de acetona e água deionizada até que o material alcance pH 5,5. Ao término do processo, o material resultante foi seco em estufa a 50°C por 24 h e colocado frasco em uma dessecadora a vácuo.

2.2.2 Obtenção do GrO 2

O processo de obtenção da rota 2 seguiu-se os mesmos procedimentos da rota 1, exceto pelo tempo de síntese que foi aumentado para 48 h. Após o tempo de síntese seguiu-se os mesmos procedimentos descritos no item 3.2.1 até o final.

2.3 Preparação da dispersão de óxido de Grafeno (GO)

Preparou-se as dispersões de óxido de grafeno a partir dos óxidos de grafite (GrO1 e GrO2) com concentração 1 mg.ml^{-1} cada. As massas de GrO1 e GrO2 foram dispersas em água sobre banho de ultrassom por no máximo 120 minutos que resultou em dispersões de cor bem escura marrom.

As dispersões foram depositadas em gotas de $10 \mu\text{l}$ cada sobre substratos de silício previamente limpos com solução piranha ($3H_2SO_4:1H_2O_2$ (30 vols.)), para caracterizações posteriores. A partir da dispersão de concentração de 1 mg.ml^{-1} de cada síntese, foram obtidas por diluição com auxílio de balões volumétricos as concentrações de 0,05; 0,3; 0,5; e $1,0 \text{ mg.ml}^{-1}$ de GO.

Visivelmente, a composição de GO2 possui aparência de flake muito mais liso e muito mais fino que o *flake* da composição GO1.

2.4 Síntese da nanocarga híbrida de Pseudoboemita com Óxido de Grafeno

A ideia das misturas, é projetar melhora de certas propriedades de compostos com a dopagem de GO, conforme citam inúmeros trabalhos da literatura como MARASCHIN [6]. Após obtenção dos precursores, PB em pó e GO em solução aquosa, foram realizadas as misturas, realizando um *drop* de solução aquosa com GO (1) e GO (2) em soluções de PB hidratadas em água deionizada em vial de 20 ml e com auxílio de Vortex para homogeneizar a nanocarga.

As figuras 1 e 2 trazem o efeito degradê do gradiente de concentração dos compósitos desenvolvidos, por intermédio de fotografias.

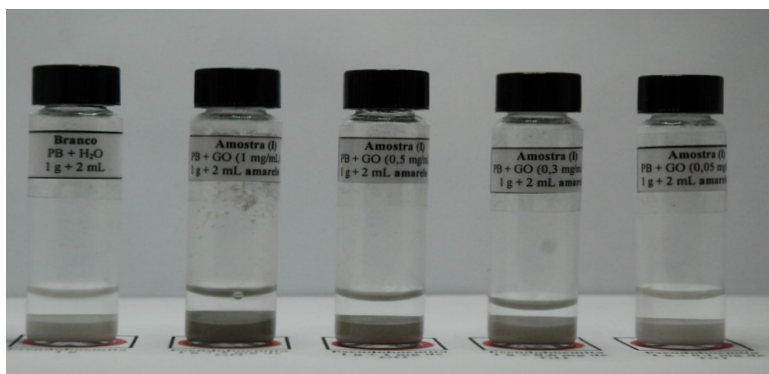


Figura 1 – Compósitos formados por PB dopados com GO (I)

Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 2 – Compósitos formados por PB dopados com GO (II)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observe que na figura supracitada, têm-se em todas as concentrações 1,0 g de PB. Da direita para esquerda as dopagens de 2 ml com proporção de 2 mg.ml⁻¹ em massa com GO, partem de proporções 0,1/1000; 0,6/1000; 1/1000; 2/1000. Na amostra da esquerda, temos 100% de PB em solução aquosa.

Estas amostras foram solubilizadas por agitação constante, secas e liofilizadas, para análises e espectroscopias, e futuras dopagens em outros materiais.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Difração de Raios X (DRX)

A primeira análise realizada para aferição dos materiais foi a Difração de Raios-X (DRX), utilizando um aparelho *BRUKER – XRAY POWDER DIFFRACTION, eiger2_R 500k*.

Na figura 3, abaixo, temos a Difração de Raios-X (DRX) da PB obtida por sol-gel.

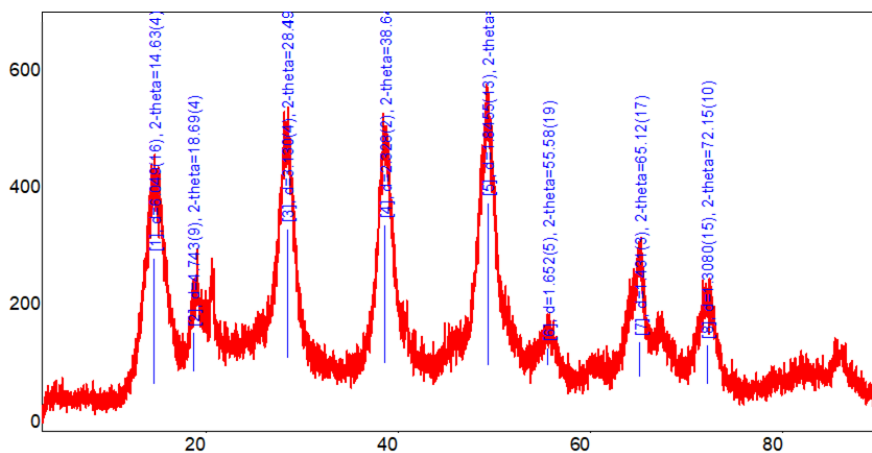


Figura 3 – Análise DRX da PB

Fonte: Elaborado pelos autores.

Repare que a PB, com suas fases indicadas, que se assemelham à uma boemita bem cristalizada. Destaque pela intensidade do pico $2\Theta = 14^\circ$, cujo índice de Miller é 020, exatamente o pico da boemita no mais alto grau de cristalização.

A figura 4 mostra a DRX da PB (linha preta), comparado a Bayerita (linha verde), boemita cristalizada (linha azul).

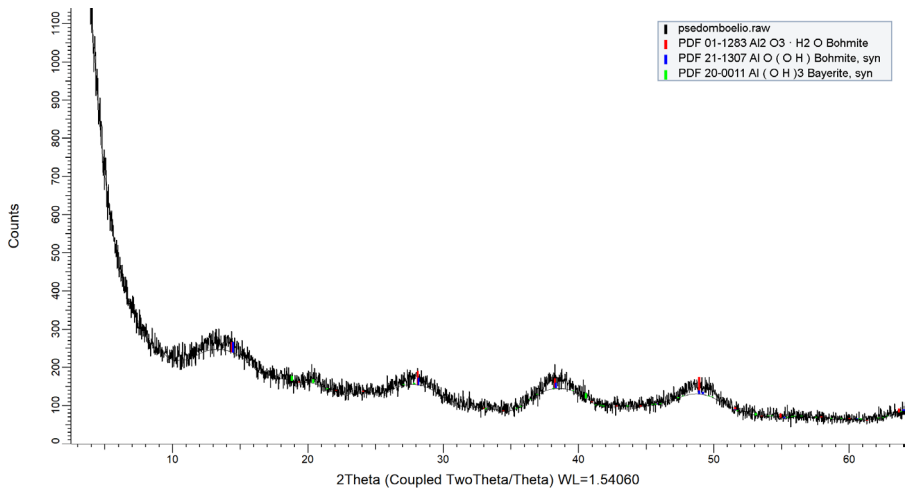


Figura 4 – Comparação da PB obtida com Bayerita e Boemita cristalizada da literatura.

Fonte: Elaborado pelos autores, comparando com CHAVES *et al* [9].

Na figura 5, temos a DRX do GO, tanto do processo GO1 e GO2, e já o comparando na literatura com Óxido de Grafite, e com o Óxido de Grafeno reduzido, para que não haja dúvidas.

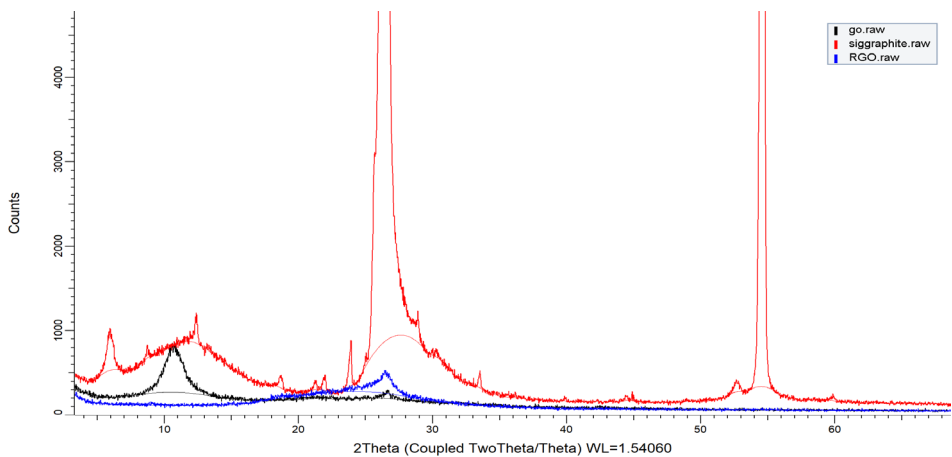


Figura 5 – Comparação do GO obtido (curva preta), com Óxido de Grafite precursor do GO (curva vermelha) e Óxido de Grafeno reduzido da biblioteca do aparelho.

Fonte: Elaborado pelos autores

Temos na figura 6, DRX do grafite utilizado para síntese de GO, o difratograma obtido apresenta pico característico $2\theta = 26^\circ$.

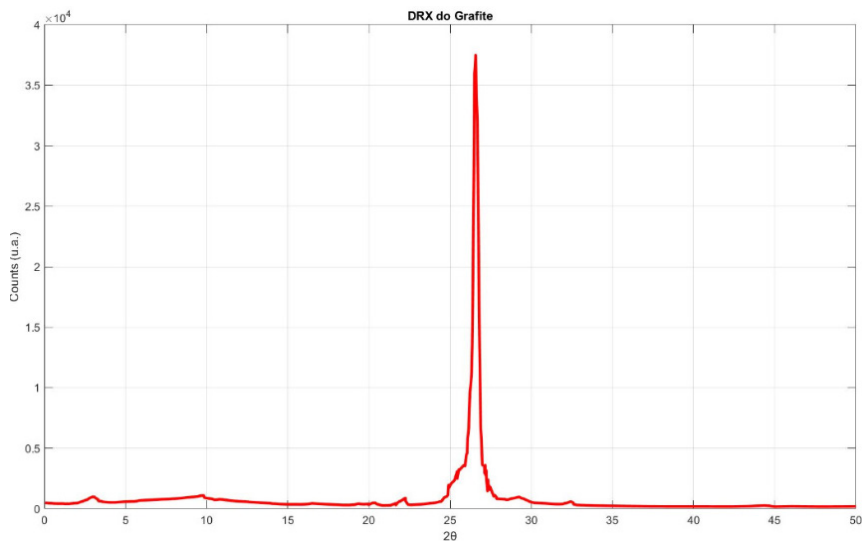


Figura 6 – DRX do grafite utilizado.

Fonte: Elaborado pelos autores

A figura 7 apresenta uma comparação entre os difratogramas obtidos para GO1 e GO2 respectivamente, destacando-se os picos secundários e evidenciando o GO2 como o que apresentou as características mais próximas do GO comercial e do mais utilizado em pesquisas acadêmicas.

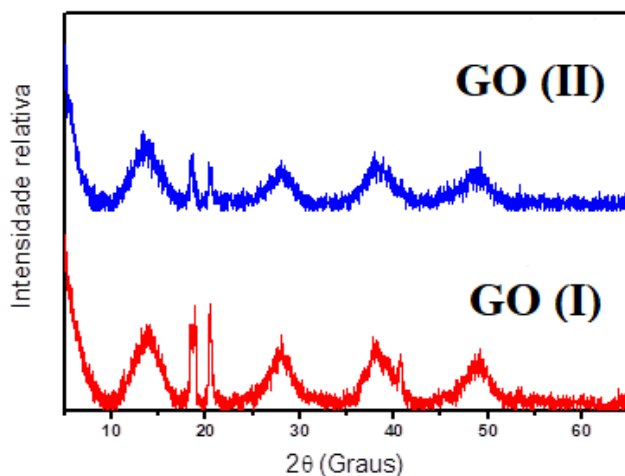


Figura 7 – DRX comparativo entre GO1 e GO2.

Fonte: Elaborado pelos autores

Podemos notar que na Figura 7 acima há o destaque do pico $2\theta = 12^\circ$ e a Figura 8 propõe o ajuste gráfico médio de todas as amostras de GO2, normalizando os outros picos de modo a evidenciar o comportamento do DRX com confiabilidade amostral de $y = 95\%$.

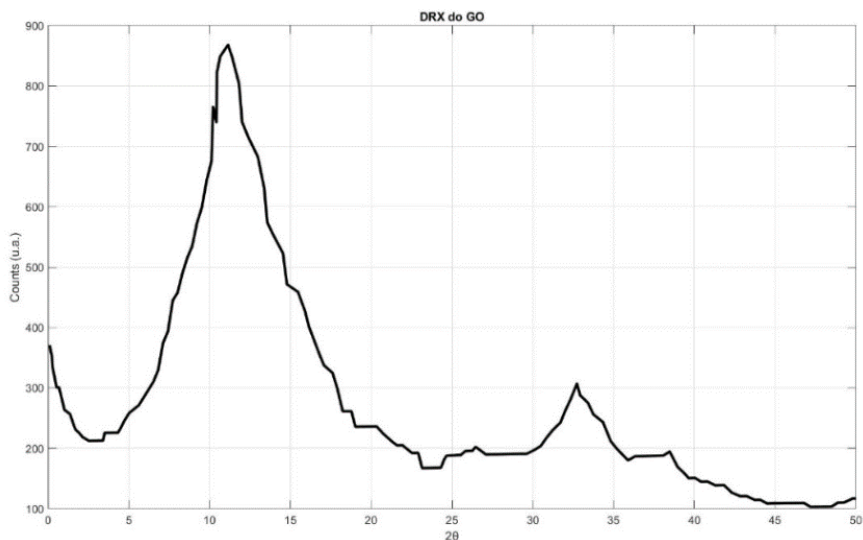


Figura 8 – DRX médio das amostras de GO2.

Fonte: Elaborado pelos autores

A figura 9 mostra o difratograma do rGO obtido.

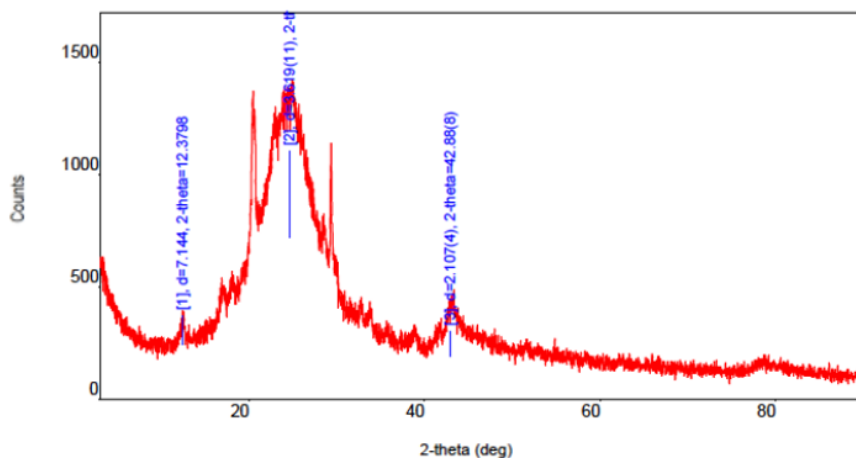


Figura 9 – DRX médio das amostras de GO2.

Fonte: Elaborado pelos autores

Conforme se pode observar na Figura 9, os resultados obtidos para DRX do rGO, apresenta o pico de maior relevância ($2\theta = 24,6^\circ$ com parâmetro de rede à $d = 3,7 \text{ \AA}$), completamente de acordo com a literatura.

A figura 10 traz a média de DRX de todas as amostras de rGO ($y = 95\%$).

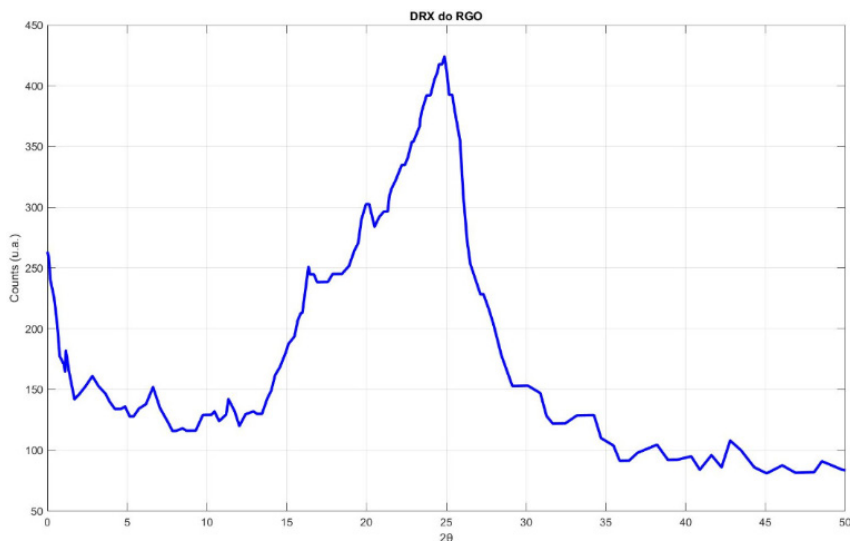


Figura 10 – DRX médio das amostras de rGO.

Fonte: Elaborado pelos autores

Após realizar a mistura de PB com GO2 pela técnica mecânica de rotovaporização, para compor a nanocarga híbrida, foram obtidos os difratogramas DRX, presentes na Figura 11 para as misturas. Esses difratogramas foram escolhidos com composições precisas (no topo de cada espectro), pois com a variação proposta em composição, é possível verificar o comportamento e a influência do GO em cada imagem.

Pode-se observar que o primeiro difratograma a Figura 11-A, é apresentado o DRX da Pseudo-boemita (PB) sem nenhuma carga, com seus picos característicos já observados; e que na parte “B” e “E”, progressivamente aumenta-se a fração de GP estruturado na nanocarga.

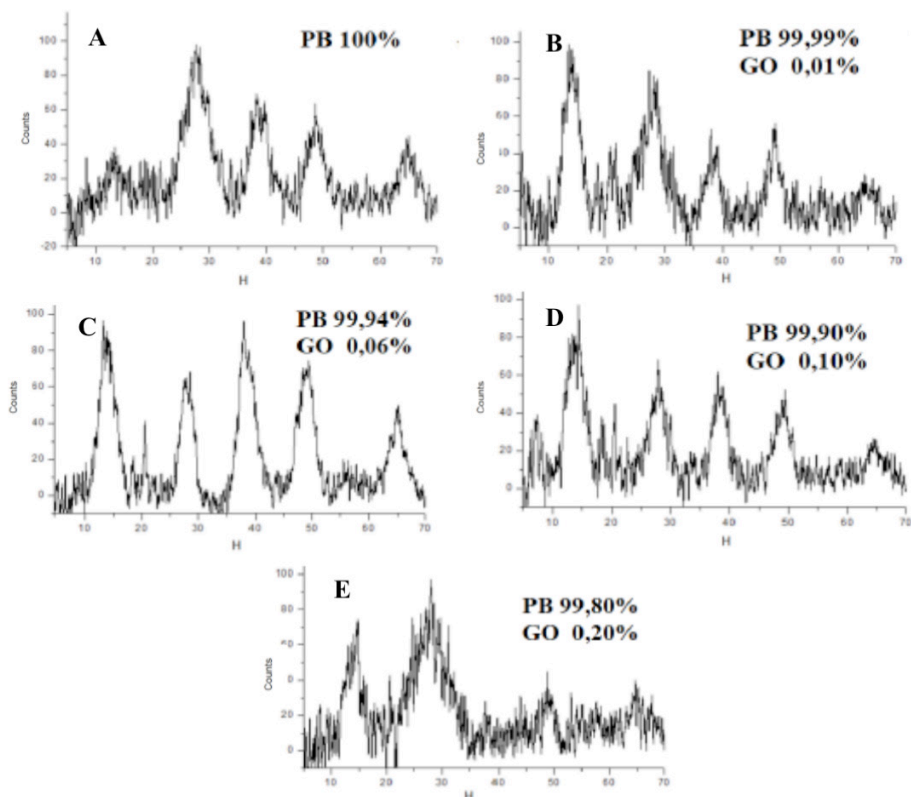


Figura 11 – Evolução do DRX em $f(H)$ nas nanocargas de PB com GO.

Fonte: Elaborado pelos autores

No segundo difratograma (Figura 11- B), mesmo com apenas 0,01% de GO, já se observa de forma clara a presença marcante do nanomaterial com um pico acentuado entre $2\theta \cong 12^\circ$ e $2\theta \cong 14^\circ$, e com distância interplanar de 3,72 Å, característica à presença de GO.

A distância foi possível ser calculada pela Lei de Bragg, e todos os difratogramas presentes na Figura 11 estão em função direta da variável H, inversamente proporcional à distância interplanar. A equação a seguir mostra a relação do parâmetro H em função da lei de Bragg:

$$\frac{2 \cdot \text{sen}(\theta)}{n \cdot \lambda} = \frac{1}{d} = H$$

Na equação, o espectro é totalmente independente do tipo de Raio-X e em função dos índices de Miller. É facilmente determinado, para ângulos pequenos ($\text{sen}(\Theta) \cong \Theta$), ao se dividir a porção 2θ pelo comprimento de onda da radiação incidente, travando-se o

parâmetro “n”. No terceiro difratograma da Figura 11, os picos relativos do GO começam a ganhar destaque e proporcionar crescimento em intensidade de fases em relação aos picos da PB. O material está bem disperso à ponto de as fases entrarem em concomitância.

No quarto difratograma, o pico de destaque é o de GO em $2\theta \cong 12^\circ$ indica a superposição das fases, tanto de PB (14°), quanto de GO (11°), embora as outras fases tenham importante relevância. No quinto espectro ainda existe o pico em $2\theta \cong 12^\circ$, porém o maior destaque fica com um alargamento (que pode ser considerado amorfo) em torno de $2\theta \cong 28^\circ$, onde existe uma fase bem definida num DRX de PB e uma fase de baixa intensidade, observada num DRX de GO. Mesmo assim não é um espectro possível de ser referendado no banco de dados de um aparelho de Raios-X.

Alterando todos os difratogramas da nanocarga PB/GO, presentes na Figura 11 (em função de H), para função direta do ângulo 2θ , temos o difratograma geral tal que a Figura 12 mostra.

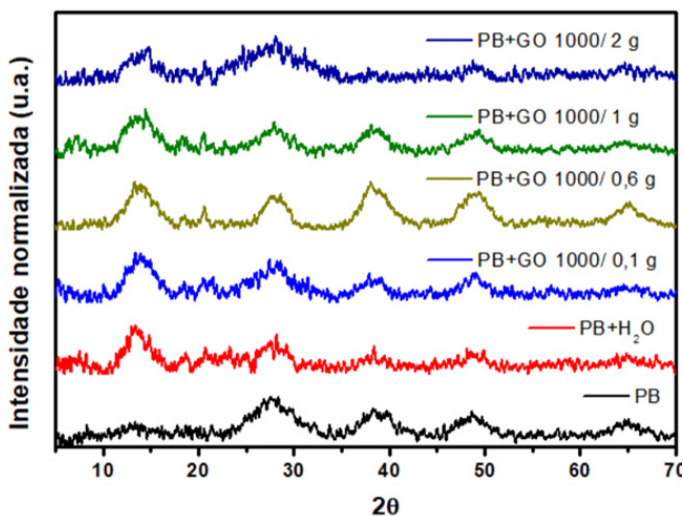


Figura 12 – DRX em $f(2\theta)$ nas nanocargas de PB e GO.

Fonte: Elaborado pelos autores

Nas curvas azul claro, amarela e verde observamos superposições naturais de GO e PB, em relação aos difratogramas encontrados na literatura. Na curva azul escuro, como já descrito anteriormente, existe a fase amorfa em destaque ($2\theta \cong 28^\circ$) de difícil identificação, que pode estar indicando uma fase rGO ou um pico da PB. Na curva vermelha e preta, estão de referência para observação os difratogramas da PB em água deionizada e completamente seca, respectivamente, para observação das fases. Todos os DRX da nanocarga híbrida PB/GO foram feitos com material em pó, secos e liofilizados.

O difratograma com a média das composições propostas de PB+GO está indicado na Figura 13 com confiabilidade $y = 95\%$.

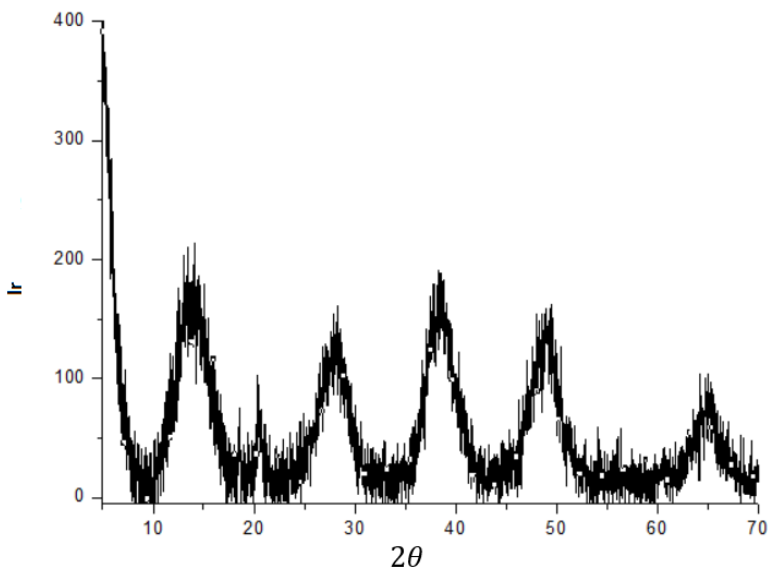


Figura 13 – Média dos DRX das nanocargas de PB com GO.

Fonte: Elaborado pelos autores

No difratograma com a média das composições observa-se a característica forte da Pseudo-boemita nos entornos de $2\theta \cong 18^\circ$, $2\theta \cong 28^\circ$, $2\theta \cong 38^\circ$ e $2\theta \cong 50^\circ$, porém com grande destaque no pico entre $11^\circ < 2\theta < 14^\circ$ devido à presença do GO e o fortalecimento do primeiro pico da PB em 14° .

Ao realizarmos as composições de PB com o rGO, os DRX obtidos estão dispostos na Figura 14, onde pode-se realizar um comparativo das composições PB/rGO com as composições PB/GO. Existem 2 espectros de cada, um com caráter amorfo (característica do nanomaterial proposto) e outro evidenciando as fases para melhor análise.

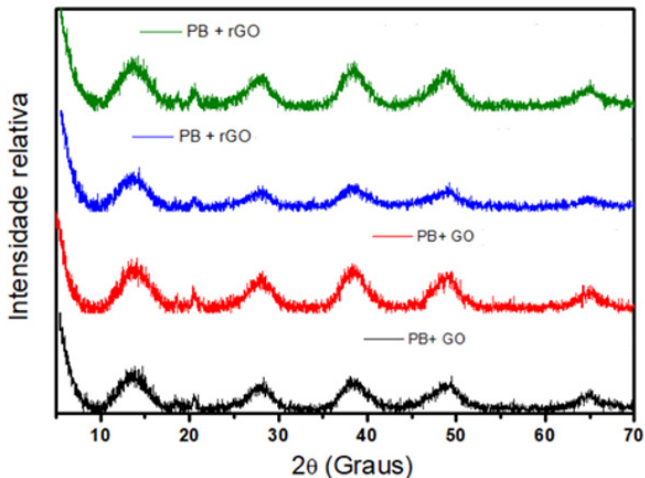


Figura 14 – Comparação entre nanocarga PB+GO e PB+rGO.

Fonte: Elaborado pelos autores

Predominantemente temos o difratograma da PB estabelecido nas 4 curvas. Destaca-se a presença do GO nas curvas vermelha e preta com boa intensidade na fase (0,0,2) próxima à 12°, e nas amostras com rGO, além da fase citada, existe um alargamento próximo à 28° devido ao óxido de grafeno reduzido.

3.2 Espectroscopia Raman

As espectroscopias Raman foram realizadas com laser verde de baixa potência $P_{ot} = 1\text{mW}$ com comprimento de onda $\lambda = 532\text{nm}$ no *ESPECTRÔMETRO CONFOCAL RAMAN (WITEC ALPHA 300r, COM LINHAS LASER EM 488nm, 532nm E 633nm)*; e apresentará as características de superfície e recobrimento das cargas propostas como dopantes aos materiais poliméricos.

As amostras de GO1 e GO2 foram submetidas a análise da espectroscopia Raman, com o intuito de verificar o espectro do óxido de grafeno permanece o mesmo apesar das mudanças propostas na síntese. O Raman apresenta um espectro interessante quando se trata de grafeno. A banda **D** que representa defeitos e desordens se acusa em torno de 1250cm^{-1} e 1350cm^{-1} . A desordem estrutural nesta faixa pode representar ligações de carbono sp^3 [7]. A banda **G** em torno de 1550cm^{-1} e 1600cm^{-1} indicam simetrias implica empilhamentos, ou seja, fônons de simetria na zona de Brillouin. Este empilhamento é também conhecido como a banda do grafite, por conter carbonos sp^2 [8].

A Figura 15 apresenta e espectroscopia de Raman para o GO-II, previamente escolhido.

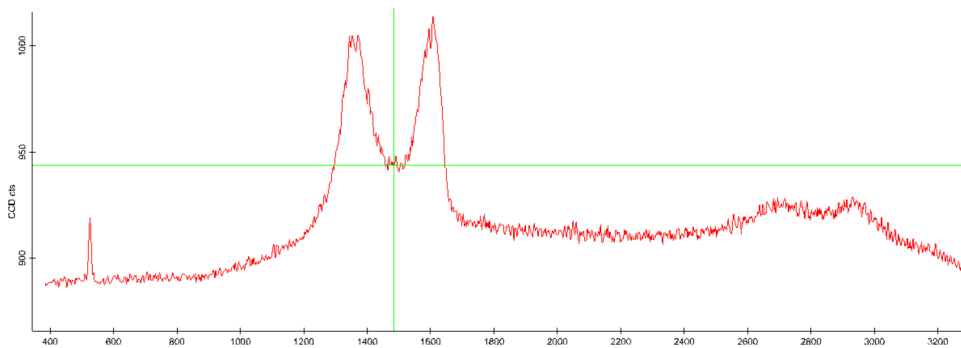


Figura 15 – Análise Raman para GO2.

Fonte: Elaborado pelos autores

Conforme revisão da literatura, o espectro Raman para o GO obtido é totalmente condizente com o comercial. Denote que na Figura 15 a banda D é bem próxima à banda G, com uma proporção $\frac{D}{G} = 0,98$; esperado para o GO, que identifica uma grande quantidade de defeitos estruturais devido à quebra da estrutura do grafite e à presença de grupos oxigenados oriundos do processo de esfoliação química.

As figuras 16 e 17 trazem as espectroscopias Raman para os óxidos de grafeno GO1 e GO2, respectivamente.

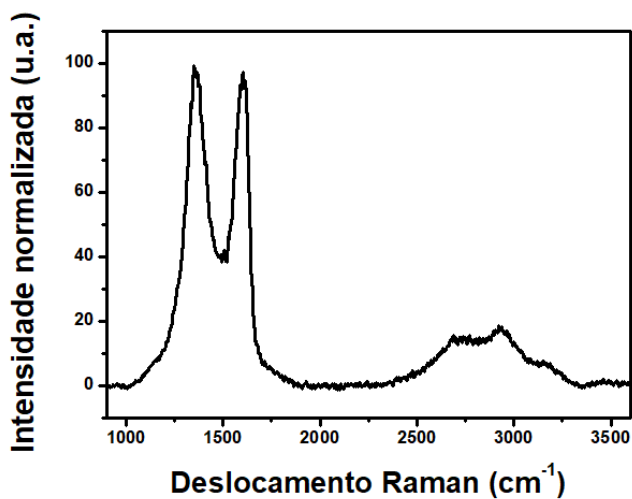


Figura 16 – RAMAN realizado para óxido de grafeno GO1

Fonte: Elaborado pelos autores.

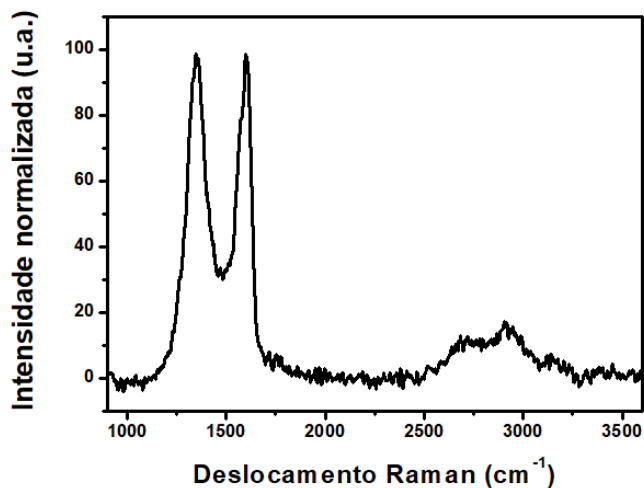
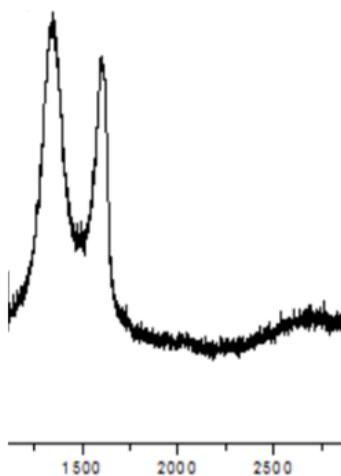


Figura 17 – RAMAN realizado para óxido de grafeno GO2

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para assegurar que o GO1 e GO2 tiveram ótimos recobrimentos tomando quase toda a superfície da PB, foram realizadas análises de Raman nos nanocompósitos montados (0,1/1000; 0,6/1000; 1/1000; 2/1000.).

Para o rGO, o espectro característico obtido está representado na Figura 18.



18– Análise Raman para GO2.

Fonte: Elaborado pelos autores. Software Witec Project Raman

Temos pela Figura 18 que o espectro da banda D é ligeiramente maior que a banda G, na razão $\frac{D}{G} = 1,10$; indicando forte redução com número de defeitos estruturais consideráveis, em mais destaque que a banda de empilhamento.

A figura 19 traz as espectroscopias Raman para PB dopada com GO1 nas variadas concentrações.

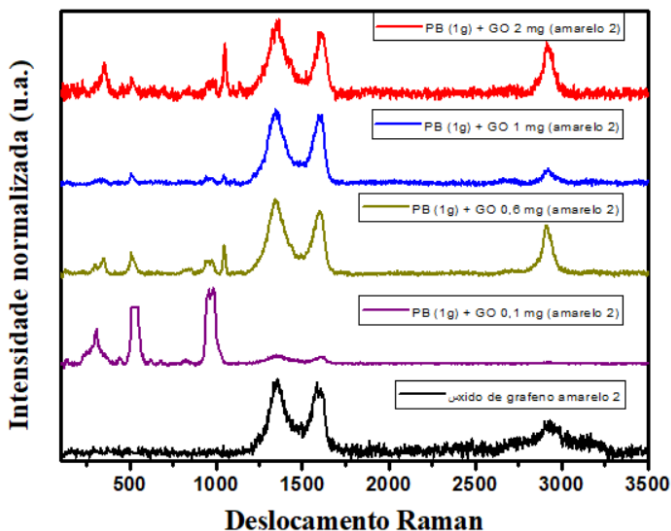


Figura 19 – Raman dos nanocompósitos formados por PB dopados com GO1

Fonte: Elaborado pelos autores.

Repare que a análise superficial, acusa um caráter mais similar ao GO por toda a superfície da PB, a medida que se aumenta a dopagem com GO1. Na curva PB 1g + 0,1 mg GO1 (curva roxa), vemos um diagrama referendado à PB, e à medida que a concentração de GO1 cresce até 2 mg (curva vermelha), temos um espectro apontando a presença de GO1 por toda a superfície.

Também é possível observar que a composição PB 1g + 1 mg GO1 aponta uma intensidade maior de carbonos sp^2 e pouca simetria. Já a mistura PB 1g + 2 mg GO1 parece ser ótima, pois o pico de defeitos à 1300 cm^{-1} sobrepõe-se ao empilhamento e apresenta boa simetria com o pico indicado por volta de 2900 cm^{-1} .

A figura 20 traz as espectroscopias Raman para PB dopada com GO2 nas variadas concentrações.

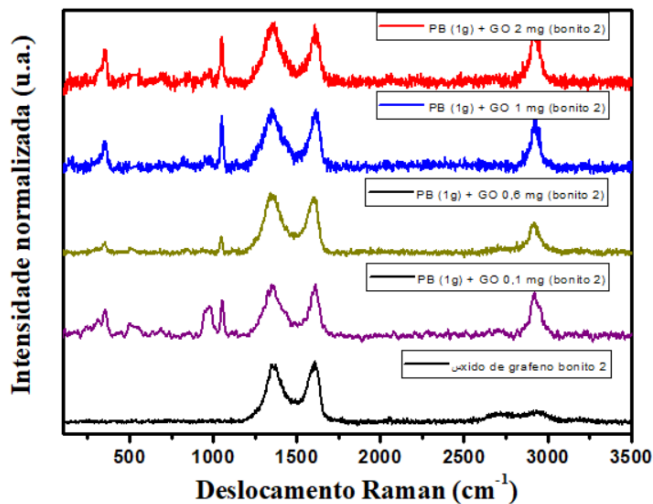


Figura 20 – Raman dos nanocompósitos formados por PB dopados com GO2

Fonte: Elaborado pelos autores.

Repare que a análise superficial, acusa um caráter mais similar ao GO2. GO2 se apresentou mais fino e liso após a síntese, e por isso, já na composição PB 1g + 0,1 mg GO2 já há indícios de GO2 por toda a superfície, o que é esperado num material que dispersou por muito mais tempo. A medida que se aumenta a dopagem com GO2, já podemos observar fortemente a presença da banda D, nivelando-se em relação a banda G.

As figuras 21, 22 e 23, trazem as espectroscopias Raman realizadas para as diferentes composições das nanocargas híbridas PB/rGO2 obtidas, respectivamente 1,0g PB/0,5mg rGO; 1,0g PB/1,0mg rGO; 1,0g PB/2,0mg rGO

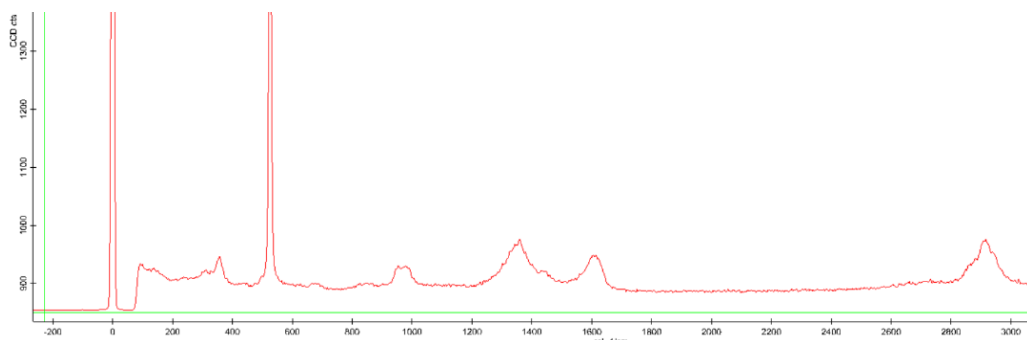


Figura 21 – Raman PB (1,0g) + rGO (0,5g).

Fonte: Elaborado pelos autores.

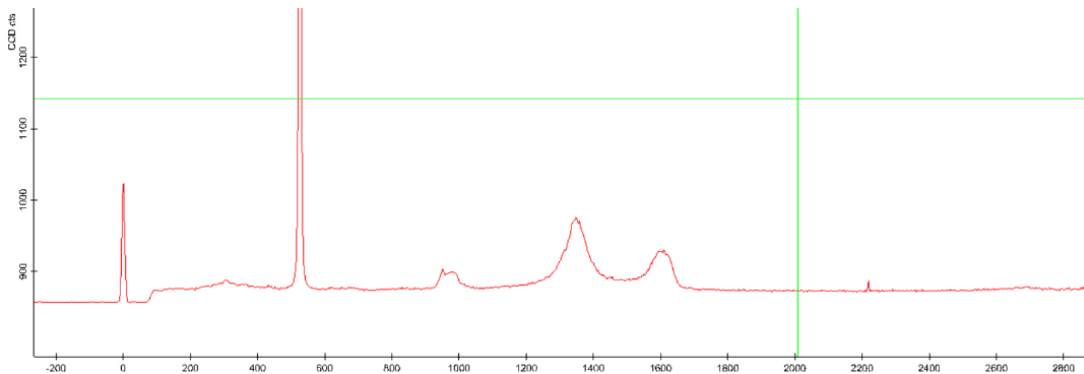


Figura 22 – Raman PB (1,0g) + rGO (1,0g).

Fonte: Elaborado pelos autores.

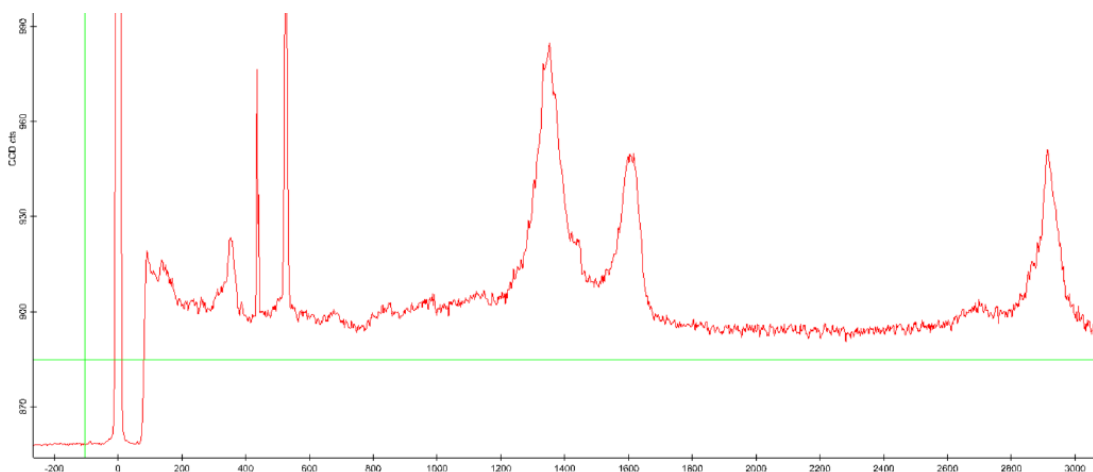


Figura 23 – Raman PB (1,0g) + rGO (2,0g).

Fonte: Elaborado pelos autores.

É possível observar que o recobrimento na composição 1,0g PB / 2,0mg rGO (Figura 23) é o mais eficiente, pelo destaque do pico da banda D, bem maior que na banda G, na proporção calculada $\frac{D}{G} = 1,24$; e ambos com destaque em intensidade aos picos de PB próximo a 500 cm^{-1} . Além disso, observa-se também na Figura 23, que a simetria se faz destaque com um forte pico 2D à 2029 cm^{-1} , indicando distribuição otimizada.

Já nas outras composições, ilustradas pelas Figuras 21 e 22, não é possível identificar intensidade acentuada nas bandas D e G, o que pode indicar que a concentração de rGO não foi suficiente para haver um recobrimento mais efetivo da PB e que mesmo disperso a taxa de distribuição poderia ser melhor.

3.3 Análise Térmica Diferencial (DTA)

A análise térmica diferencial e calorimetria diferencial foi feita por um aparelho ANÁLISE TÉRMICA - TG, DSC, DTA (STA DA NETZCH).

As figuras 24, 25 e 26 trazem a análise térmica diferencial (DTA), identificando não só a perda percentual de massa (curva verde) bem como as características de variação de temperatura (curva azul) e calor específico (curva rosa), para a PB (Figura 24), PB+GO1 (Figura 25) e PB+GO2 (Figura 26).

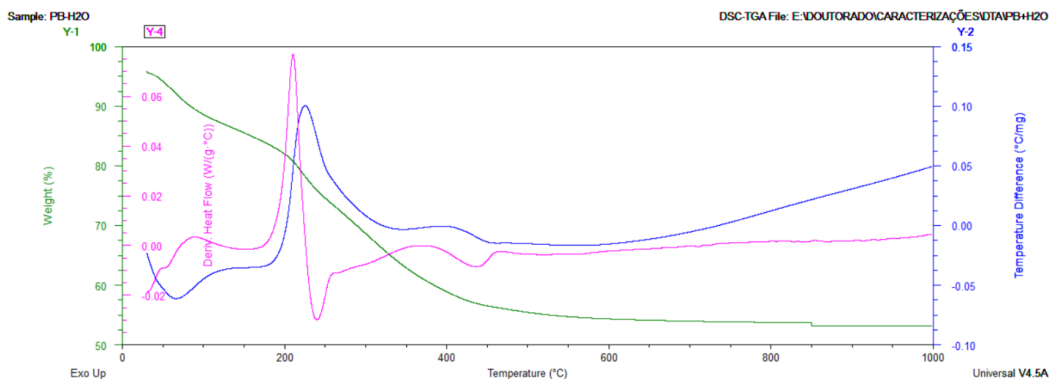


Figura 24 – Análise térmica diferencial para a composição de PB.

Fonte: Elaborado pelos autores.

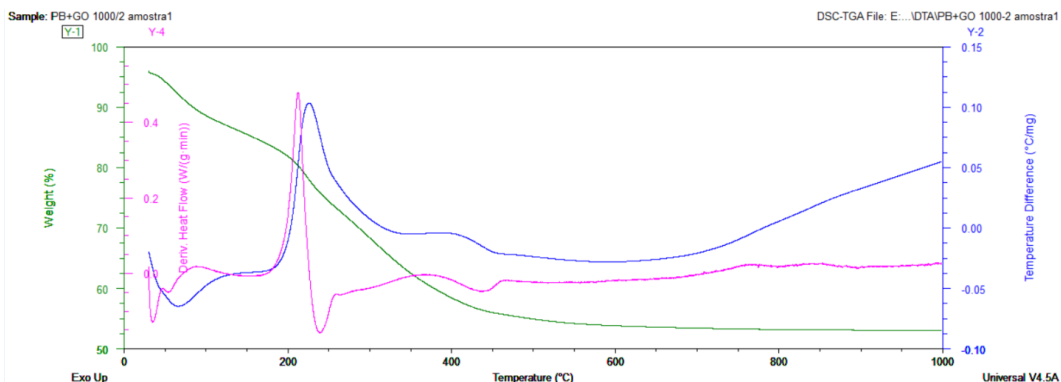


Figura 25 – Análise térmica diferencial para a composição de PB+GO1.

Fonte: Elaborado pelos autores.

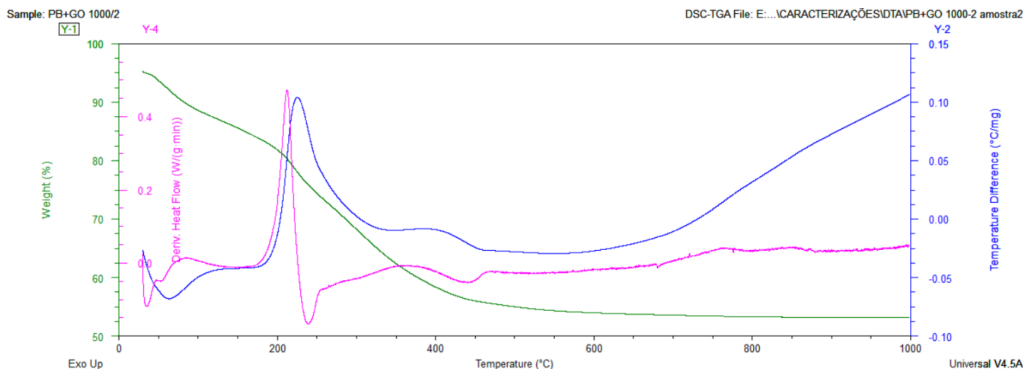


Figura 26 – Análise térmica diferencial para a composição de PB+GO2.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir do DTA, pode-se observar que o comportamento da PB é o mesmo com e sem dopagem, o que é ótima característica. O caráter cerâmico da PB mais resistente à variação de temperatura, destacado em vários trabalhos não se modifica com a dopagem por GO, mantendo seu pico exotérmico acima de 200°C e manutenção das 3 mudanças de fase da alumina registradas a 240°C, 440°C e 680°C.

3.4 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As imagens geradas pelo MEV da marca *MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA (JEOL – JSM 6510)*, INCLUINDO: SISTEMA DE MICROANÁLISE POR RAIOS-X. As figuras 27 e 28 mostram respectivamente PB recoberta com GO1 e PB recoberta com GO2.

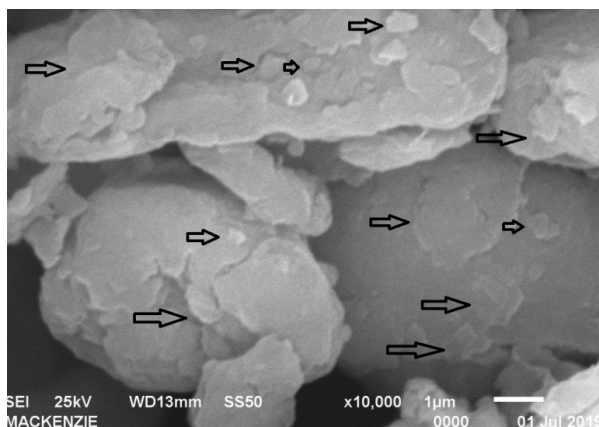


Figura 27 – PB recoberta com GO1.

Fonte: Elaborado pelos autores.

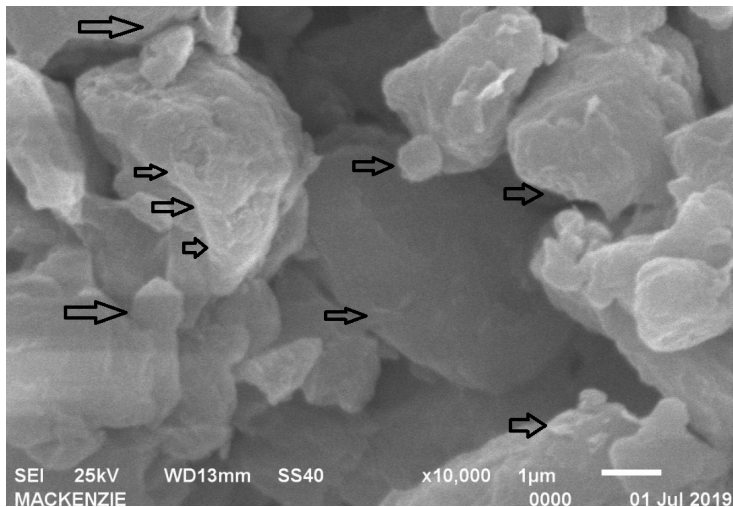


Figura 28 – PB recoberta com GO2.

Fonte: Elaborado pelos autores.

É possível perceber que na Figura 27, o GO1, menos disperso que GO2, gerou um recobrimento mais irregular, com pontos de empilhamento, ao passo que na Figura 28, denotamos um recobrimento mais homogêneo sem grandes aglomerados no grão da PB.

MEV foi realizada para os percursores PB e rGO com intuito de verificar microestruturas, a Figura 29 apresenta micrografias da PB com diferentes aumentos.

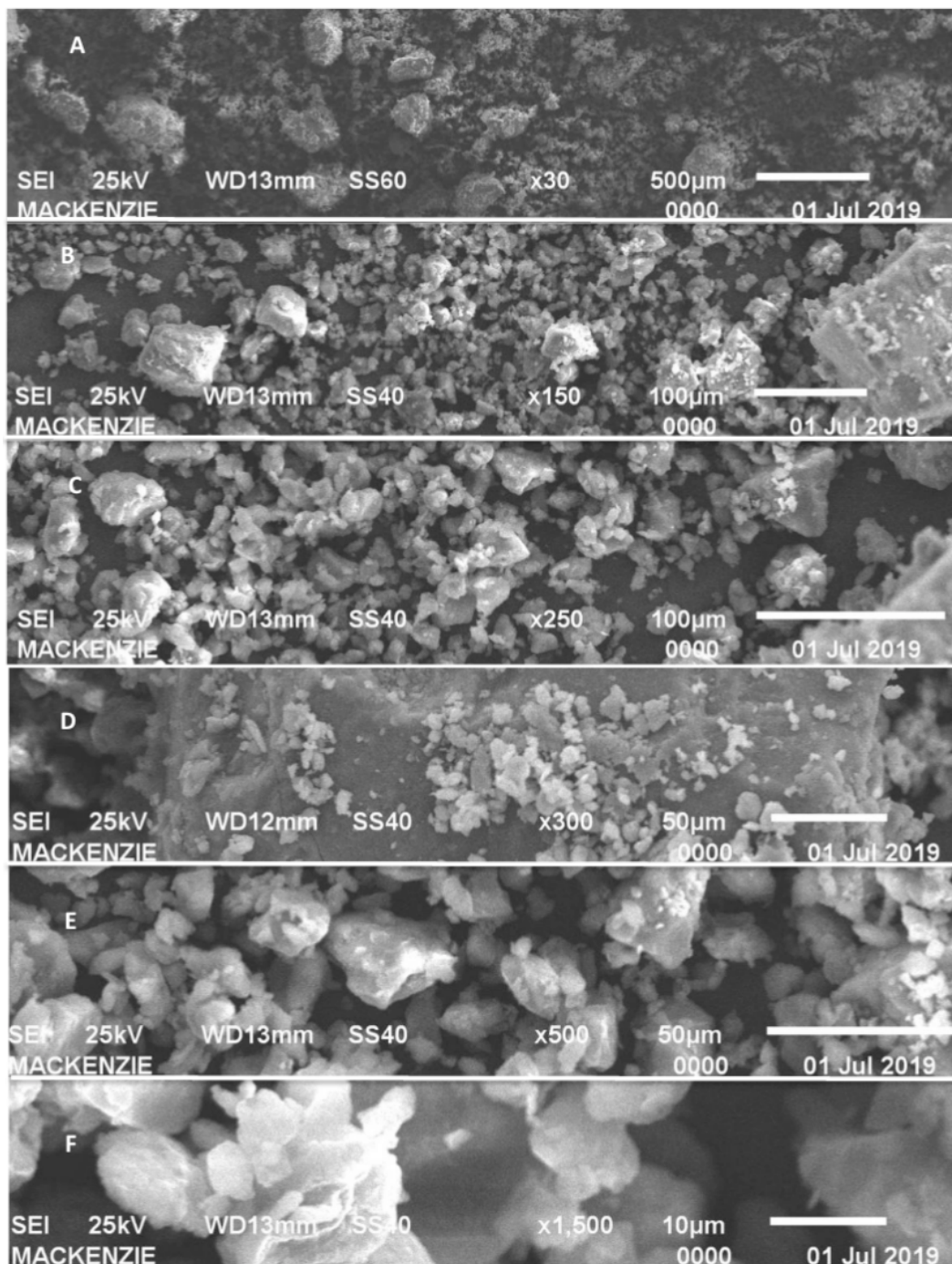


Figura 29 – Micrografias obtidas para PB com diferentes aumentos. (A=30x; B=150x; D=300x; E=500x; F1500x).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Todas as amostras visualizadas no MEV foram previamente metalizadas com ouro em pó para auxiliar na condução elétrica do feixe. Na Figura 30, pode observar-se, com o aumento gradual grãos bem definidos e médios na casa dos 5µm.

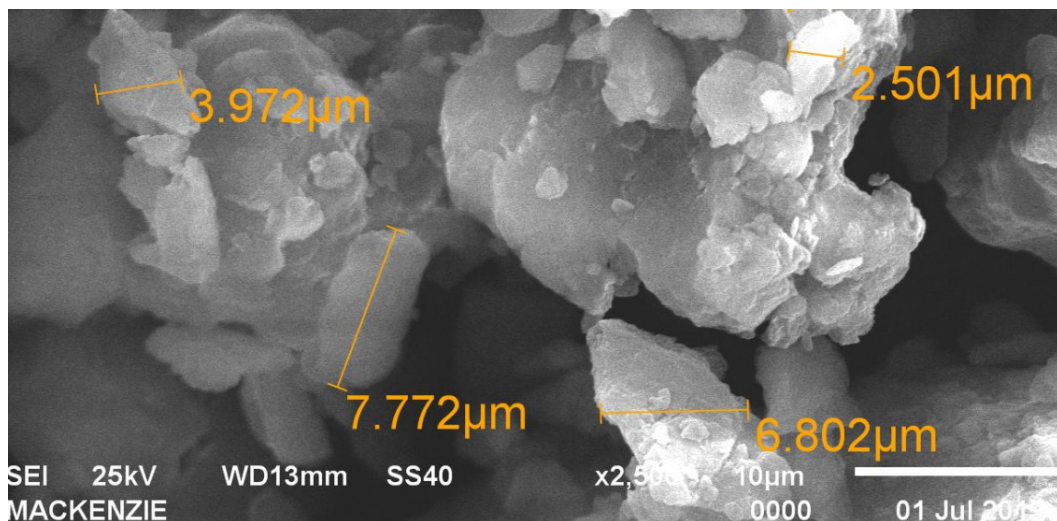


Figura 30 – MEV com aumento de 2500x para a PB.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 31, a seguir mostra a micrografia da PB com aumento de 10000X e 15000x, com início a perda de foco, mas é possível observar alguns grãos com dimensão de 400nm, o que lhe deve conferir boa adsorção. Provavelmente, o material deve conter grãos menores ainda, mas a restrição do equipamento impossibilitou a visualização dos mesmos.

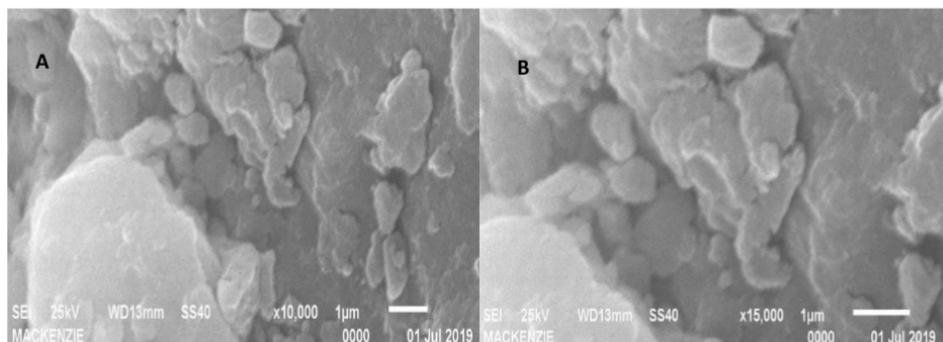


Figura 31 – Micrografia 3D da PB com aumentos de 10000x(A) e 15000x(B).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Também foram obtidas microscopias eletrônicas de varredura das nanocargas híbridas obtidas PB/GO1; PB/GO2; PB/rGO2., a Figura 32 as apresenta.

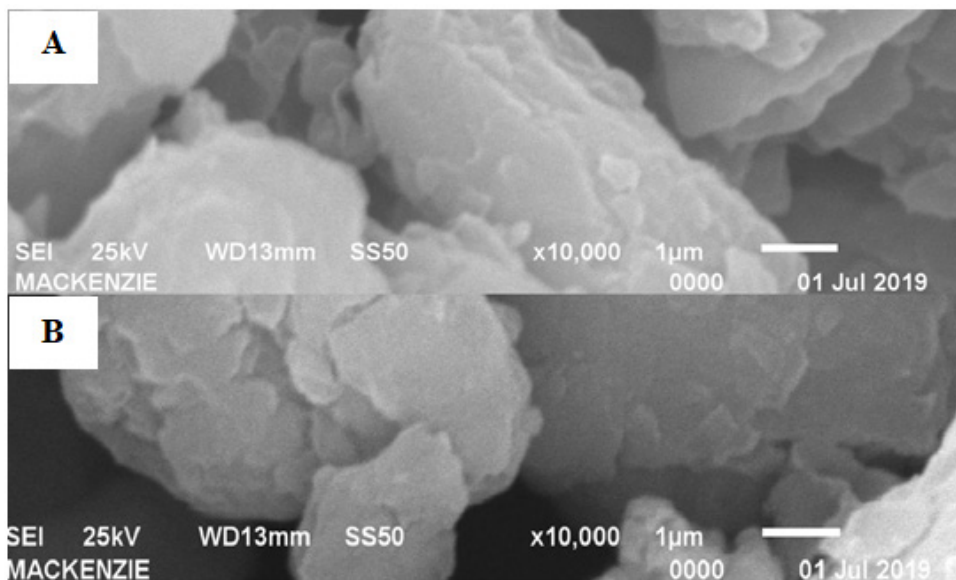


Figura 32 – Micrografia das nanocargas PB/GO1 e PB/GO2 com aumento de 10.000x.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na figura 32-A apresenta a PB recoberta por GO2 mais fino, pois ainda há possibilidade de visualizar-se o relevo dos grãos menores, com boa homogeneidade. Já na 32-B observa-se um recobrimento com maior espessura impedindo a visualização do relevo dos grãos menores. Este resultado impede a visualização do detalhamento superficial para um mesmo aumento, quando se comparado com a nanocarga PB/GO2.

A Figura 33 apresenta estrutura da carga PB/GO2 com aumento de 500x e 10000x.

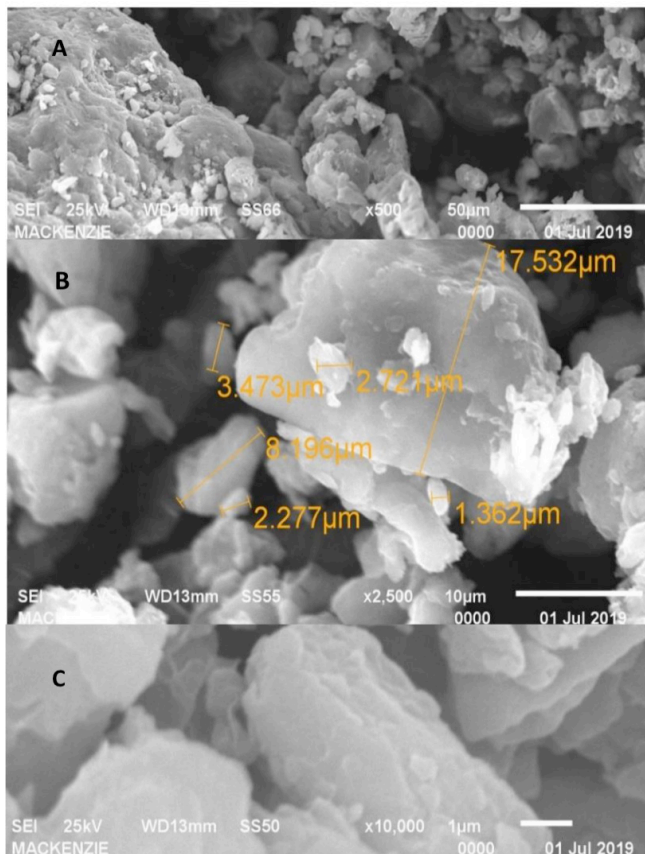


Figura 33 – PB/GO2 com aumento de 500x, 2500x, e 10000x.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com a figura 33 torna-se possível observar que os pontos mais claros (de relevo mais alto) são identificados como alumínio, e estão sem o recobrimento nas imagens de aumento 500x e 2500x.

Isso se deve ao vácuo gerado na câmara de observação, nos pontos de mais alto relevo, parte da amostra se quebra, perdendo recobrimento. Nas regiões mais acinzentadas, que estão em relevo mais baixo é possível denotar o recobrimento e apurá-lo como altamente homogêneo no aumento de 10000x.

No aumento de 10000x, observa-se que nos pontos de depressão (pontos com baixo relevo) existem grãos menores da Pseudoboemita e que o recobrimento logra êxito.

Em sequência, as Figuras 34, 35, 36, 37, 38, e 39 apresenta, respectivamente as imagens da nanocarga de PB recoberta com rGO aumentadas 30x, 100x, 500x, 2500x, 2500x (amostra diferente) e 15000x. Pode-se analisar que as imagens são mais nítidas a o recobrimento da PB pelo rGO é mais uniforme e menos espesso.

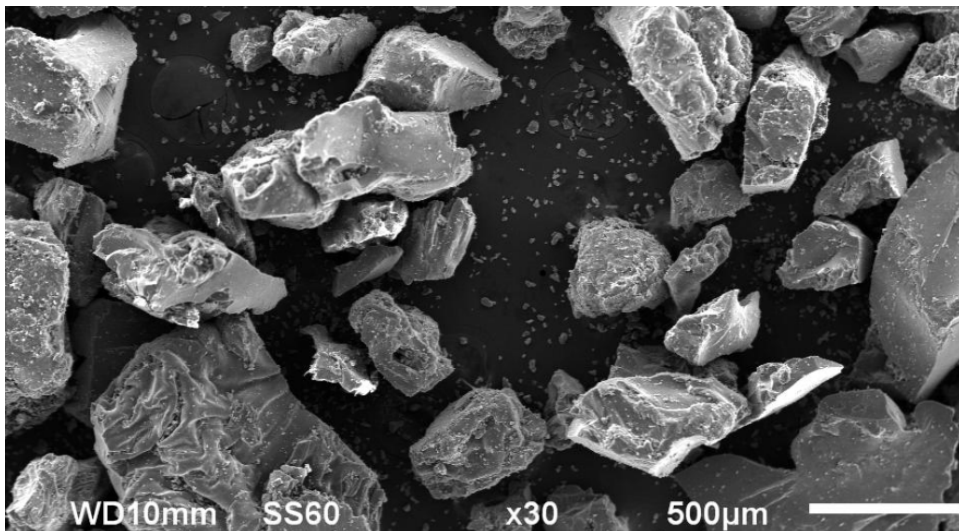


Figura 34 – PB/GO2 com aumento de 30x.

Fonte: Elaborado pelos autores.

As fortes ligações do carbono sp^2 parecem criar uma manta uniforme sobre a PB (Figura 35).

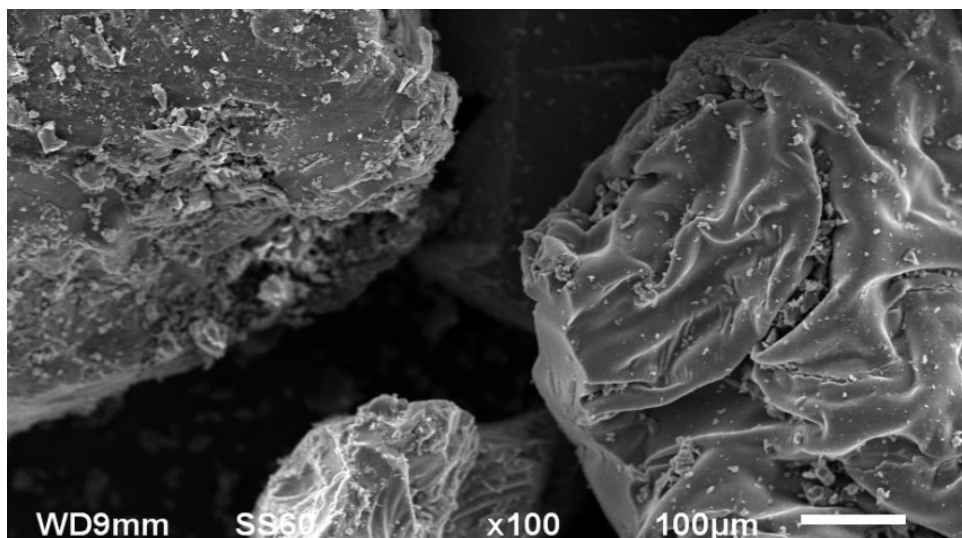


Figura 35 – PB/GO2 com aumento de 100x.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 36, perde-se um pouco de nitidez, mas já é possível observar pequenos hexágonos à estrutura de grão da Pseudoboemita. Já na Figura 37, com 2500x de aumento, é possível documentar uma grande quantidade destes hexágonos vinculados (presos) à estrutura.

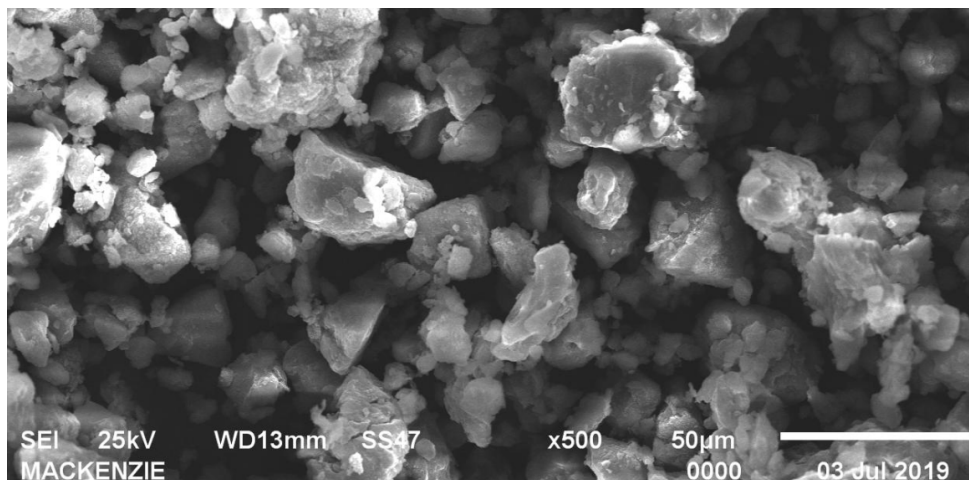


Figura 36 – PB/GO2 com aumento de 500x.

Fonte: Elaborado pelos autores.

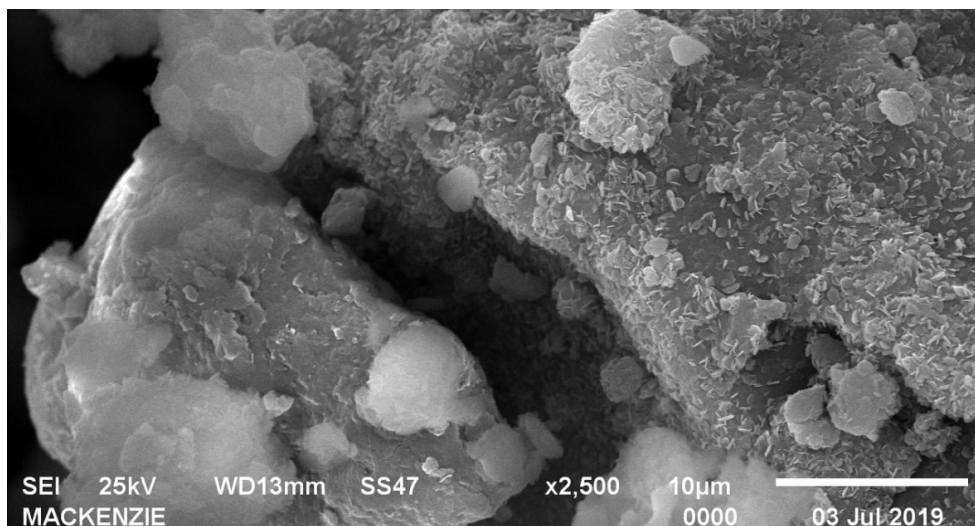


Figura 37 – PB/GO2 com aumento de 2500x.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 38, denota-se que a estrutura da PB está completamente tomada pelos hexágonos, estes que são formados basicamente de carbono em mais de 90% do observado segundo a análise por EDS (Espectro por energia dispersiva).

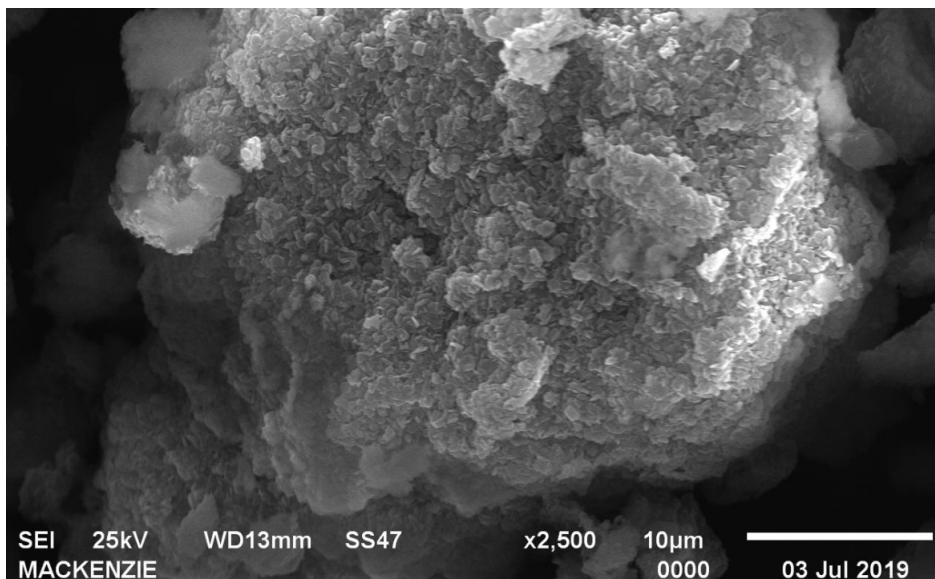


Figura 38 – PB/GO2 (amostra diferente) com aumento de 2500x.

Fonte: Elaborado pelos autores.

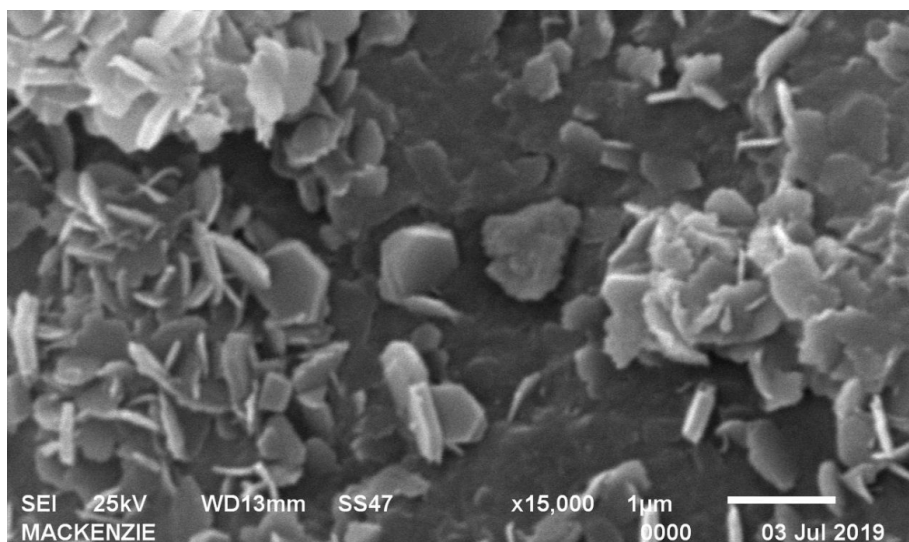


Figura 39 – PB/GO2 com aumento de 1500x.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com a Figura 39 é completamente visível os hexágonos e a maneira que se alocam na estrutura matricial.

Observa-se que na escala entre as Figuras 36, 37 e 38, os pequenos hexágonos estão encrustados nos grãos dominantes da PB. Embora houvesse a necessidades de imagens com aumentos maiores, a s imagens com aumento de 10000x, foram as mais nítidas e, portanto, as mais adequadas para realizar-se a medida dos hexágonos (os quais são estruturas de carbono).

Apesar de haver do erro de medida ser alto, na ordem de 10^{-1} , é possível perceber pelas medidas das arestas, que algumas arestas opostas chegam a 100nm, podendo ser ainda menores. Também é possível observar que, em algumas imagens, os hexágonos de amplitude (medida entre aresta e sua aresta oposta) 400nm são formados por 2 ou 3 outros hexágonos menores. Em análises de trecho de imagem, com pouco menos de nitidez, alguns dos hexágonos chegavam a 40nm.

A Figura a seguir (40) propõe no aumento de 10000x (melhor nitidez de contorno), uma medida destes hexágonos aderidos à estrutura da Pseudoboemita. Na imagem, os hexágonos se apresentam num tamanho médio de 350nm.

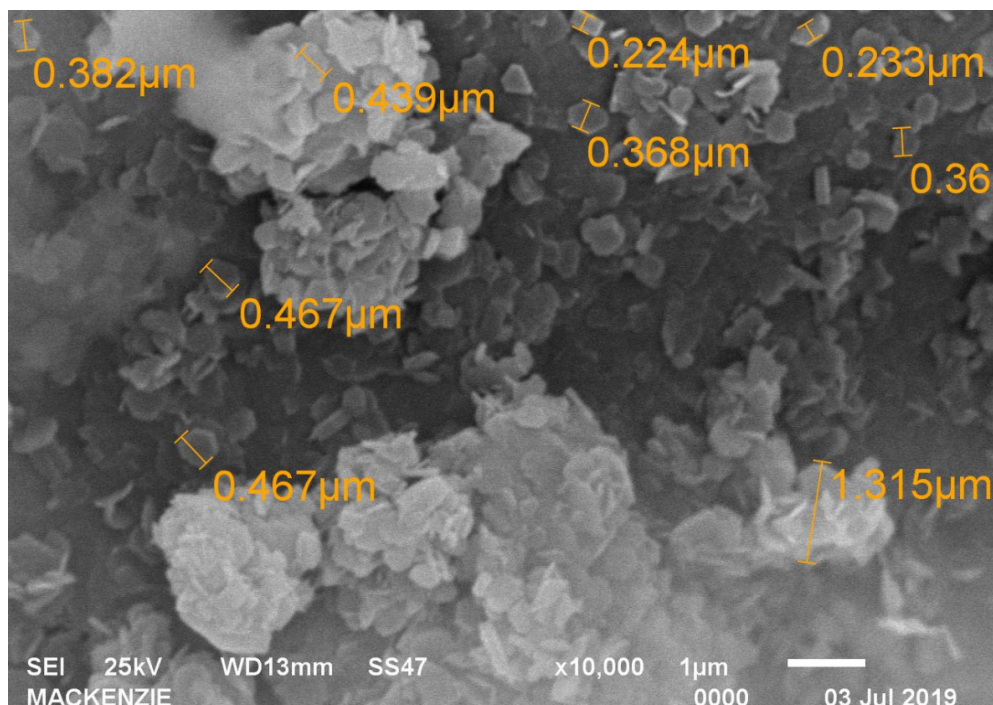


Figura 40 – PB/GO2 com medidas, aumento de 10000x.

Fonte: Elaborado pelos autores.

4 | CONCLUSÕES

No presente trabalho foi concebida a síntese da nanocarga híbrida de PB (obtida pelo método sol-gel) dopada com GO (obtido pelo método de Hummers modificado).

O GO foi disperso em 2 modelos padrões diferentes, 24h e 48h. O GO2 mostrou-se mais liso, mais disperso em H₂O, e com maior reatividade superficial para mistura.

As cargas de PB+GO foram misturadas em solução aquosa e agitação por Vortex, pois este processo permite uma íntima ligação. A mistura foi garantida por um processo de roto-evaporação e posterior liofilização.

Os raios-X identificaram os precursores a priori, e quando analisou a nanocarga acusou a posteriori uma predominância de PB na estrutura por estar em maior concentração, obviamente.

A análise de superfície de Raman mostra o recobrimento do GO, mais eficiente na concentração PB 1g + 2 mg GO1 ou na concentração PB 1g + 1 mg GO2 ou PB 1g + 2 mg GO2.

As imagens de MEV indicam um maior e mais homogêneo recobrimento por parte do GO2, ocasionando menores sítios de empilhamento com diâmetro médio de 200 nm na porção recoberta, ao passo que o GO1 ocasionou pontos de aglomeração por sobre alumina.

A análise de DTA foi um importante indicador que as propriedades térmicas não sofrem alteração com a dopagem por parte do GO.

REFERÊNCIAS

1. MUNHOZ JR, A.H.; MIRANDA, L.F.; UEHARA, G.N. **Study of pseudo boehmite synthesis by sol-gel process.** *Advances in Science and Technology*. v.45, p.260-265, 2006.
2. HUMMERS, W.S.; OFFEMAN, R.E. **Preparation of graphitic oxide.** *Journal of the Am. Chem. Society*, v.80, p.1339, 1958.
3. MUNHOZ Jr, A.H.; MARTINS, M.V.S.; USSUI, V.; KARINA, C.; ZANDONADI, A.R.; MIRANDA, L.F. **The influence of ageing in pseudo boehmites synthesis.** *Material Science Forum*, v. 727-728, p. 1795-1801, 2012.
4. HACK, Renata. **Nanocompósitos Poliméricos Multifuncionais reforçados com grafeno.** 2013. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências e Engenharia de Materiais, Departamento de Centro de Ciência e Tecnologia-CCT, *Universidade do Estado de Santa Catarina*, Joinville, 2013.
5. CANÇADO, L. G. et al. **General Equation for the Determination of the Crystallite Size La of Nanographite by Raman Spectroscopy.** *Applied Physics Letters*, v. 88, p. 1998-2001, 2006.
6. MARASCHIN, T.G.; **Preparação de óxido de grafeno e óxido de grafeno reduzido e dispersão em matriz polimérica biodegradável.** Dissertação para a obtenção do título de mestre em engenharia e tecnologia de materiais. *Faculdade de engenharia programa de pós-graduação em engenharia e tecnologia de materiais da PUC-RS*, Porto Alegre, 2016.

7. CARIDAD, J. M. et al. **Automated detection and characterization of graphene and few-layer graphite via Raman spectroscopy**. *Journal of Raman Spectroscopy*, v. 42, p. 286-293, 2011.
8. FERRARI, A. C. **Raman spectroscopy of graphene and graphite: Disorder, electron-phonon coupling, doping and nonadiabatic effects**. *Solid State Commun*, v. 143, p. 47-57, 2007.
9. CHAVES, S.H.R; OLIVEIRA, A.F.S; PEREIRA, L.C.F; FARIAS, M.M.S; NOGUEIRA, P.A.M; FONSECA, B.E.C; MONTEIRO, W.R. **Caracterização por difração de raios x das etapas de obtenção de uma da alumina de transição para fins catalíticos**. *58° Congresso Brasileiro de Química* ISBN 978-85-85905-23-1, 2018.

SOBRE A ORGANIZADORA

ÉRICA DE MELO AZEVEDO - Possui Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2019), Graduação em Química com Atribuições Tecnológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2012) e complementação pedagógica para exercício da docência na Faculdade Souza Marques (2015). É docente efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) e ministra aulas de Química Geral e Inorgânica para turmas do Ensino Médio/Técnico e Graduação e aulas de análise térmica aplicada à alimentos para turmas da Pós-Graduação. Atualmente é vice-coordenadora de Extensão do IFRJ Campus Duque de Caxias. Coordena e colabora com projetos de pesquisa no IFRJ e colabora em projetos de pesquisa financiados pelo CNPq e desenvolvidos na Escola de Química da UFRJ na área de Tecnologia Química, análise térmica e tratamento térmico de resíduos. Orientou e participou de bancas de trabalhos de conclusão de curso nos temas citados. Têm atuado como membro de comissões julgadoras de editais de fomento à pesquisa e bolsas de iniciação científica do CNPq no âmbito do IFRJ. Publicou artigos em revistas nacionais e internacionais na área de Análise Térmica e na área de Educação e em Congressos. Desde 2016 é revisora do renomado periódico *Journal of Thermal Analysis (JTAC)*. Atuou como organizadora de e-books e autora de capítulos de livros publicados na área de Química pela Atena Editora. Atuou como tutora presencial do Consórcio CEDERJ e em escolas particulares e cursos pré-militares e pré-vestibulares.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Actinobactéria 1, 3, 4, 5, 6

Adsorção 65, 66, 67, 68, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 101, 123

Amido 32, 34, 35, 36

Araucaria Angustifolia 32, 34, 38

Argila Organofílica 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 75, 76

Azul de Metileno 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 75, 76

B

Bagaço de Malte 1, 3, 4, 5, 42

Bioprocesso 7, 9, 10, 11, 19, 52, 53, 54, 55, 60, 61, 62

Biorreator de Leito Empacotado 55

C

Cascas de Cupuaçu 9, 11

Celulases 1, 3, 6, 7, 8, 63

Cerâmica 76

Cervejaria 41, 50

Conhecimento 2, 22, 23, 26, 28, 29, 81

Corante 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 75, 76

Cosméticos 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96

Cristalização 78, 84, 85, 100, 105

D

Dimensionamento de Equipamentos 40, 41, 43, 44, 49, 50

E

Ensino e Aprendizagem 21, 22, 23

Experiência 22, 26, 28, 29, 30, 31

F

Fermentação 7, 35, 48, 49, 64

Fermentação em Estado Sólido 2, 7, 52, 53, 63, 64

M

Membranas Poliméricas 78, 80

Metodologias 22, 23, 27, 80, 81

Morfologia 78, 81, 82, 83, 84

N

Nanomateriais 101

O

Óxido de Grafeno 100, 101, 102, 103, 104, 106, 113, 114, 115, 130

P

Parâmetros Termodinâmicos 65, 74, 75, 82, 83

Pectinases 9, 11, 12, 63, 64

Pinhão 32, 34, 35, 36, 37, 38

Processo sol-gel 100

Projeto de Indústria 40, 41

Pseudoemita 100, 101, 102, 104, 109, 112, 125, 127, 129

R

Resíduo Agrícola 52

Resíduo de Abacaxi 1, 6

Resíduos Agroindustriais 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 52, 62, 64

Retorno sobre investimento 40, 43, 45, 50

Revisão de Literatura 22, 24, 91

Riscos 89, 92, 94, 96

V

Vodca 32, 34, 36, 37

X

Xenobióticos 89, 90, 91, 93, 96, 99





www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

GERAÇÃO DE CONHECIMENTO E TECNOLOGIA VOLTADOS À APLICAÇÃO EM PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS

www.atenaeditora.com.br 
contato@atenaeditora.com.br 
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 
www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

GERAÇÃO DE CONHECIMENTO E TECNOLOGIA VOLTADOS À APLICAÇÃO EM PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS