

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA BIOMÉDICA



CLAUDIANE AYRES
(ORGANIZADORA)

Atena
Editora
Ano 2021

COLEÇÃO
DESAFIOS
DAS
ENGENHARIAS:

ENGENHARIA BIOMÉDICA



CLAUDIANE AYRES
(ORGANIZADORA)

Atena
Editora
Ano 2021

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

iStock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-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 com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

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

Conselho Editorial

Ciências 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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a 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
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a 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
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª 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
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
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
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª 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
Profª Drª 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
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 Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
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
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

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
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Pietrobom – 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. 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
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza 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. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Brito de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
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
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atílio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramirez – 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 Albornoz – 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/UFGA
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. Lillian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
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
Prof. Me. Marcos Roberto Gregolin – Agência de Desenvolvimento Regional do Extremo Oeste do Paraná
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
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. Dr. Sullivan Pereira Dantas – Prefeitura Municipal de Fortaleza
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Universidade Estadual do Ceará
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

Coleção desafios das engenharias: engenharia biomédica

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os autores
Organizadora: Claudiane Ayres

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia biomédica / Organizadora Claudiane Ayres. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-256-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.569211607>

1. Engenharia biomédica. I. Ayres, Claudiane (Organizadora). II. Título.

CDD 610.28

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; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

APRESENTAÇÃO

A Engenharia Biomédica envolve a aplicação de princípios e métodos dos diversos ramos da engenharia que levam ao desenvolvimento, criação e adaptação de diversos instrumentos capazes de auxiliar na compreensão, definição, diagnóstico, monitoração, terapia, recuperação, reabilitação e prevenção de diversas afecções que podem comprometer a vida, atuando com inovação e tecnologia voltadas à área da saúde e biologia.

Trata-se de uma área multidisciplinar que associa conhecimentos de química, biologia, física, informática, entre outras diversas.

Pensando em todas as possibilidades e atualizações que envolvem a área das engenharias, a Atena Editora lança a Coleção “DESAFIOS DAS ENGENHARIAS: ENGENHARIA BIOMEDICA”, que traz 07 artigos capazes de fundamentar e evidenciar a importância dessa área de atuação das engenharias, que objetiva o cuidado, manutenção e valorização da vida.

Convido-te a conhecer as diversas possibilidades que envolvem essa área tão inovadora e abrangente.

Aproveite a leitura!

Claudiane Ayres

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

LABOR CONDITIONS OF INFORMAL MINING AND ITS RELATIONSHIP WITH LATUBERCULOSIS AND SILICOSIS SUFFERED BY WORKERS IN THE MINING ZONE OF OTOCA - LUCANAS -AYACUCHO - 2014

Jessenia Leonor Loayza Gutiérrez
Primitivo Bacilio Hernández Hernández
Omar Michael Hernández García
Aníbal Bacilio Hernández García
Walter Merma Cruz
Edward Paul Sueros Ticona

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5692116071>

CAPÍTULO 2..... 14

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA ÁRVORE BRÔNQUICA DO *GRACILINANUS AGILIS*

João Pedro Alves de Araújo
Mariane Ferracin Martucci Perandré
Ana Flávia de Carvalho
Ricardo Alexandre Rosa
Celina Almeida Furlanetto Mançanares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5692116072>

CAPÍTULO 3..... 25

EXTRAÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE GENIPINA A PARTIR DOS FRUTOS VERDES DE GENIPA AMERICANA L

Bruna de Freitas Leite
Rafael Braga da Cunha
João Emídio da Silva Neto
José Filipe Bacalhau Rodrigues
Maria Roberta de Oliveira Pinto
Solomon Kweku Sagoe Amoah
Marcus Vinicius Lia Fook

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5692116073>

CAPÍTULO 4..... 34

PROSPECÇÃO *IN SILICO* DE ENZIMAS DO COMPLEXO LIGNINOCELULOLÍTICO EM *BACILLUS THURINGIENSIS*

Dimitri Sokolowskei
Edvar Carneiro Silva Junior
Paulo Roberto Martins Queiroz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5692116074>

CAPÍTULO 5..... 50

REVISÃO DAS ROTAS DE POLIMERIZAÇÃO DO ÁCIDO LÁCTICO FACTÍVEIS PARA O

PREPARO DE MATERIAIS ÚTEIS PARA APLICAÇÕES EM MEDICINA REGENERATIVA

Aghata Rodrigues Souza

Carolina Cruz Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5692116075>

CAPÍTULO 6..... 62

SUBSTITUTOS TISSULARES APLICADO AO TECIDO ÓSSEO

Luciana Pastena Giorno

Arnaldo Rodrigues Santos Jr

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5692116076>

CAPÍTULO 7..... 88

DETERMINAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE SÍNTESE NA MORFOLOGIA E PUREZA DA HAP OBTIDA VIA REAÇÃO DE COMBUSTÃO

Thaíla Gomes Moreira

Kaline Melo de Souto Viana

Amanda Melissa Damião Leite

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5692116077>

SOBRE A ORGANIZADORA 97

ÍNDICE REMISSIVO..... 98

DETERMINAÇÃO DA INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE SÍNTESE NA MORFOLOGIA E PUREZA DA HAP OBTIDA VIA REAÇÃO DE COMBUSTÃO

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 05/05/2021

Thaíla Gomes Moreira

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Departamento de Engenharia Biomédica
Natal – RN
<http://lattes.cnpq.br/0968966207021956>

Kaline Melo de Souto Viana

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Escola de Ciências e Tecnologia
Natal – RN
<http://lattes.cnpq.br/3289446495842859>

Amanda Melissa Damião Leite

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Escola de Ciências e Tecnologia
Natal – RN
<http://lattes.cnpq.br/3077817092155432>

RESUMO: Hidroxiapatita - HAp, principal versão sintética das fases de fosfatos de cálcio, que correspondem a 70% da composição dos ossos humanos, é um biomaterial que desperta grande interesse na área odonto-médica, devido a sua similaridade em composição e estrutura. Sabendo da influência direta do método de síntese na estrutura do material obtido, este trabalho de pesquisa se propôs a obter HAp nanométrica, para que fosse o mais similar possível à biológica, por reação de combustão, avaliando a influência da escolha combustíveis, juntamente com a razão de diluição dos reagentes, na estrutura da HAp obtida. Para caracterização, foram utilizadas

as técnicas: DRX, MEV e FTIR. Os resultados mostraram que foi obtida a fase HAp micrométrica formando aglomerados heterogêneos de fácil desaglomeração, de modo mais eficiente e com maior grau de pureza quando utilizadas a glicina como combustível, razão de diluição 1:3 e calcinação em forno de mufla a 600 e 900°C.

PALAVRAS-CHAVE: pH, Temperatura, Calcinação, HAp, Combustão.

DETERMINATION OF THE SYNTHESIS PARAMETERS' INFLUENCE ON THE MORPHOLOGY AND PURITY OF THE HAP OBTAINED BY COMBUSTION REACTION

ABSTRACT: Hydroxyapatite - HAp, the main synthetic version of the calcium phosphate phases, which corresponds to 70% of the human bones' composition, is a biomaterial that attracts great interest in the odonto-medical area due to its similarity in composition and structure. Knowing the direct synthesis method's influence on the structure of the obtained material, this research work proposed to obtain nanometric HAp, to be as similar as possible to the biological one, by combustion reaction, evaluating the influence of the choice of fuels, together with the dilution ratio of the reagents in the obtained HAp structure. For characterization, the following techniques were used: DRX, SEM and FTIR. The results showed that the micrometric HAp phase was obtained more efficiently and with a higher purity when using glycine as fuel, 1:3 dilution ratio and calcination in a muffle furnace at 600 and 900°C.

KEYWORDS: pH, Temperature, Calcination, HAp, Combustion.

1 | INTRODUÇÃO

Aproximadamente 70% do osso humano é composto por fosfatos de cálcio, consistindo esta parte inorgânica em uma fase amorfa e uma fase cristalina, formada pela apatita biológica (TORKITTIKUL e CHAIPANICH, 2012). Hidroxiapatita $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$ - HAp é, juntamente com o β -fosfato tricálcio $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$, um dos mais utilizados representantes sintéticos bioativos destes fosfatos, uma vez que, apresentam alta biocompatibilidade, excelente osteoindução e osteocondução, além da composição e estrutura similares as do material biológico esquelético.

Na literatura médica, devido as suas propriedades de biocompatibilidade, a HAp é utilizada rotineiramente em intervenções odontológicas, cirurgias plásticas reconstrutivas e em cirurgias ortopédicas. O aumento de rebordo alveolar, como coadjuvante na colocação de implantes metálicos, na reconstrução buco-maxilo-facial, no reparo e substituição de paredes orbitárias, no preenchimento de cavidades anoftálmicas, como envoltório para equipamento percutâneos, na regeneração guiada de tecidos ósseos e no recobrimento de implantes metálicos e próteses de quadril, são alguns dos exemplos da utilização deste material (DÓREA NETO, 2007; COSTA et al, 2009).

Em laboratório, a hidroxiapatita pode ser sintetizada através de métodos úmidos e reações de estado sólido, utilizando os mais diversos compostos. Pode-se citar dentre os métodos de síntese: gravitacional (NATHANAEL et al, 2011), hidrotermal (SIMOMUKAY, 2013), micro-ondas (KALITA e VERMA, 2010), precipitação (ARAÚJO et al, 2012), reação de combustão (GHOSH et al, 2009) e sol-gel (RODRIGUES, 2008). Uma característica extremamente importante no que diz respeito a sua aplicação é o tamanho de partículas que se pode obter, devendo ser levado em consideração durante a escolha do método de síntese a ser utilizado.

Este trabalho se propôs a obter hidroxiapatita formada por grãos nanométricos, através da síntese por reação de combustão, analisando se, a estrutura da HAp obtida, sofreria influência de diferentes temperaturas de calcinação, dentro de uma faixa pré-determinada, ao variar a taxa de diluição dos reagentes, combinada ao uso de dois combustíveis distintos, glicina $[\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2]$ e ureia $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$, e mantendo o pH de solução sempre na mesma faixa, de modo que a sua estrutura e composição fossem as mais similares possível à apatita biológica.

A síntese por reação de combustão, método escolhido devido a sua fácil execução, baixo custo e por permitir produção de pós de HAp em larga escala, é descrito como um método baseado no princípio de uma reação exotérmica capaz de se auto-sustentar durante certo intervalo de tempo, tendo como resultado final pós finos e homogêneos (ALVES, BERGMANN e BERUTTI, 2013).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Pós de hidroxiapatita foram sintetizados e analisados como descrito nas subseções a seguir apresentadas, para fins de estudo.

2.1 Procedimento Experimental

As sínteses, neste trabalho, foram realizadas de acordo com o proposto por Gosh et al (2010) quanto a metodologia e proporção de reagentes. Foram utilizados como precursores de cálcio e fósforo, respectivamente, nitrato de cálcio tetrahidratado [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$] (Vetec – Química Fina, Brasil) e fosfato de amônio di-básico [$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$] (Vetec – Química Fina, Brasil), acrescidos de água destilada em proporções de 1:2 e 1:3. As misturas foram então colocadas sob agitação magnética, e adicionadas de ácido nítrico (Vetec – Química Fina, Brasil, 69%), em pequenas quantidades até a completa diluição do precipitado. O combustível glicina [$\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$] (Vetec – Química Fina, Brasil) a uma solução, enquanto ureia [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$] (Vetec – Química Fina, Brasil) foi adicionada a segunda, estando ambas as soluções ainda sob agitação magnética, como mostrado na Figura 1. Os pHs foram monitorados utilizando-se um pHmetro HANNA de modelo HI 221, e corrigidos com hidróxido de cálcio P.A. (Biodinâmica, Brasil), até atingir pH 1,0. As soluções foram transferidas para cadinhos metálicos e colocadas em resistência elétrica para que houvesse combustão. Os produtos obtidos, a partir das soluções, foram macerados, pesados e divididos em quatro amostras de pesos semelhantes, após atingirem temperatura ambiente. Três das amostras, de cada solução, foram colocadas para calcinar durante 12 horas em forno de mufla, com temperatura inicial de 25°C até atingirem 600°C, 900°C e 1200°C, respectivamente, a uma taxa de 10°C/min.

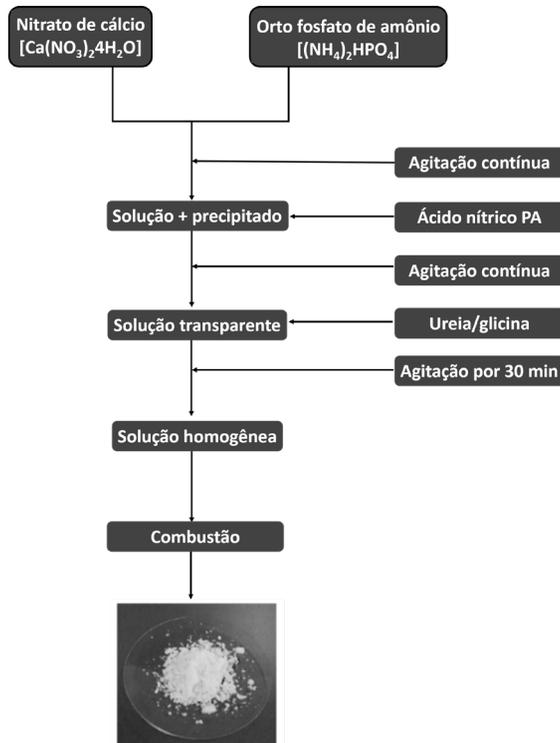


Figura 1 – Representação esquemática do processo de combustão de solução para síntese de HAp (MOREIRA, VIANA e LEITE, 2018).

2.2 Caracterizações

As técnicas Difração de Raios-X (DRX), utilizando um difratômetro BRUKER de modelo D2 PHASER para registrar os dados em 2θ no intervalo de 3° a 70° , e Espectroscopia de Infravermelhos com Transformadas de Fourier (FTIR), utilizando um espectrômetro BRUKER de modelo FT-IR VERTEX 70, na faixa de 400 a 4000cm^{-1} , com resolução de 4cm^{-1} , foram empregadas para a caracterização microestrutural dos pós obtidos. A análise dos dados foi realizada utilizando o software Origin Versão 2019b (9.65) e os picos classificados de acordo com a carta da JCPDS para HAp, e dados presentes na literatura. E Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) foi a técnica realizada para caracterização morfológica, utilizando microscópio eletrônico de mesa Hitachi de modelo TM-3000.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Difração de Raios-X (DRX)

Analisando os picos cristalográficos presentes nos difratogramas e comparando-os com a ficha padrão de HAp da JCPDS e resultados apresentados por Ghosh et al (2009), Ramakrishnan et al (2012), Carrodegua e De Aza (2011), e Sasikumar e Vijayaraghavan

(2010), foi possível comprovar a obtenção de HAp, como principal fase de fosfatos de cálcio, em todos os casos. Os materiais sintetizados apresentaram ainda, formação de outras duas fases de fosfatos de cálcio, a β -fosfato tricálcio (β -TCP) que ocorre entre 20 e 30° e o α -fosfato tricálcio (α -TCP) que ocorre entre 40-50°, como ilustrado nas Fig. 2 e 3. Quando analisados separadamente, os pós que apresentaram menor formação das outras fases, foram aqueles cujas soluções foram diluídas em razão 1:3 de água destilada, calcinados a 600°C para o combustível glicina e, calcinados a 1200°C para o combustível ureia.

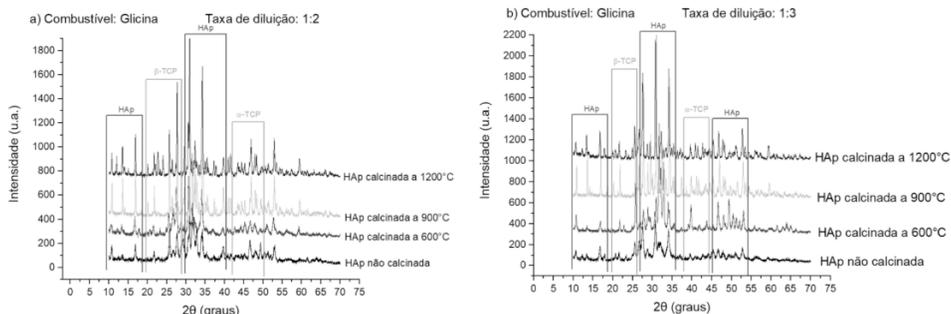


Figura 2 – HAp sintetizada utilizando o combustível glicina, a partir de soluções de razões de diluição (a) 1:2 e (b) 1:3.

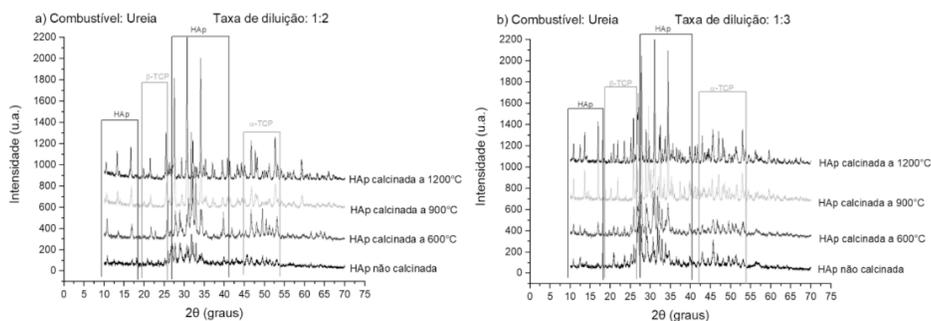


Figura 3 – HAp sintetizada utilizando o combustível ureia, a partir de soluções de razões de diluição (a) 1:2 e (b) 1:3.

3.2 Espectroscopia de Infravermelhos com Transformadas de Fourier (FTIR)

As Figuras 4 e 5 mostram os espectros de infravermelho dos pós obtidos, os quais apresentaram picos correspondentes aos grupamentos que compõe os materiais. Bandas na faixa entre 3600 e 3200 cm^{-1} , que representam os grupamentos OH-, foram observadas de forma significativa apenas nos pós não calcinados em forno de mufla. A existência de grupamentos CO_3^{2-} foi observada na faixa entre 1650 e 1400 cm^{-1} , tendo desaparecido após os materiais serem submetidos a calcinação em mufla. Os grupamentos PO_4^{3-} foram

atestados devido aos picos existentes nas faixas de 1200 a 850 cm^{-1} e 570 a 470 cm^{-1} . Na faixa entre 2200 e 1900, para todos os casos foi observada a formação de pequenos picos, que poderiam indicar a presença de grupamentos nitrato, os quais precisam ser melhor analisados, uma vez que não são desejados para aplicações do material na área biomédica.

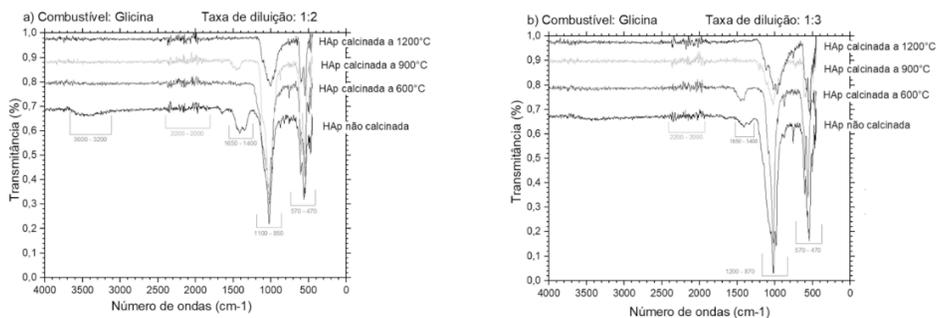


Figura 4 – Espectro de FTIR de HAp sintetizada utilizando o combustível glicina, a partir de soluções de razões de diluição (a) 1:2 e (b) 1:3.

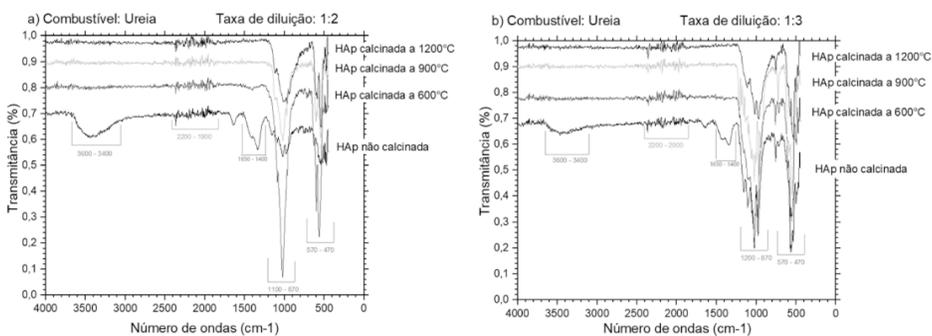


Figura 5 – Espectro de FTIR de HAp sintetizada utilizando o combustível ureia, a partir de soluções de razões de diluição (a) 1:2 e (b) 1:3.

3.3 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Por análise morfológica foi observado que a proporção de diluição, tipo de combustível e temperatura de calcinação tem influência direta na morfologia dos grãos. Tendo as amostras, sintetizadas a partir de reagentes diluídos em razão 1:3 e calcinadas a 900°C, para ambos os combustíveis, apresentado maior porosidade e menor dificuldade no que diz respeito a desaglomeração de seus grãos, como mostrados nas Fig. 6 a 9.

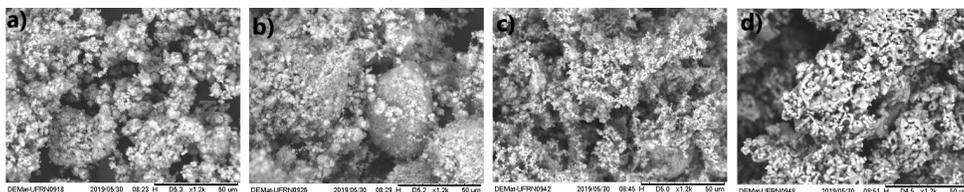


Figura 6 – Micrografias das amostras de HAp sintetizadas com o combustível glicina, a partir de solução com razão de diluição 1:2, com aumento de 1200X. (a) Não calcinada, (b) Calcinada a 600°C, (c) Calcinada a 900°C, (d) Calcinada 1200°C.

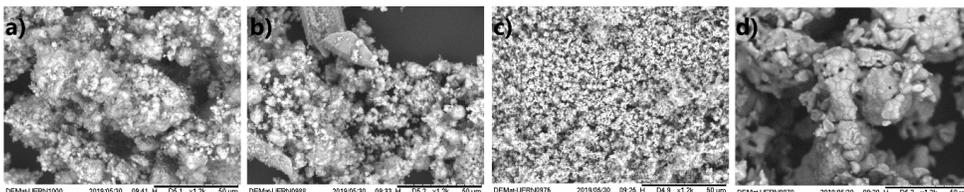


Figura 7 – Micrografias das amostras de HAp sintetizadas com o combustível glicina, a partir de solução com razão de diluição 1:3, com aumento de 1200X. (a) Não calcinada, (b) Calcinada a 600°C, (c) Calcinada a 900°C, (d) Calcinada 1200°C.

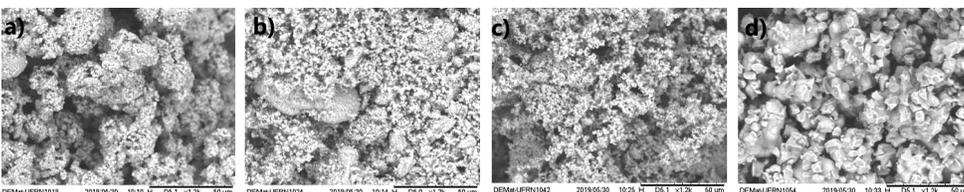


Figura 8 – Micrografias das amostras de HAp sintetizadas com o combustível ureia, a partir de solução com razão de diluição 1:2, com aumento de 1200X. (a) Não calcinada, (b) Calcinada a 600°C, (c) Calcinada a 900°C, (d) Calcinada 1200°C.

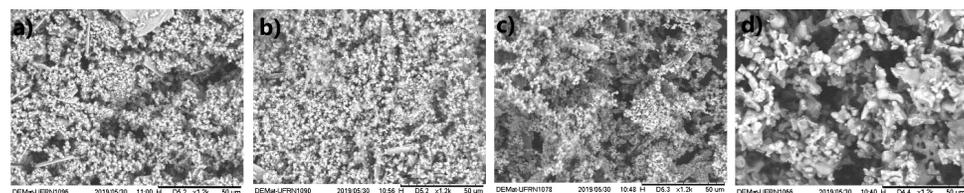


Figura 9 – Micrografias das amostras de HAp sintetizadas com o combustível ureia, a partir de solução com razão de diluição 1:3, com aumento de 1200X. (a) Não calcinada, (b) Calcinada a 600°C, (c) Calcinada a 900°C, (d) Calcinada 1200°C.

4 | CONCLUSÕES

Diferentemente do interesse inicial, as amostras sintetizadas neste trabalho não foram compostas apenas pela fase hidroxiapatita (HAp) e sim uma mistura de três fases de fosfatos de cálcio (HAp + β -TCP + α -TCP). Através da caracterização morfológica foi possível classificar os pós das amostras como aglomerados porosos, tendo as amostras de glicina de razão 1:3, calcinadas a 900°C apresentado esta característica em grau mais elevado.

Através da análise dos resultados das caracterizações, concluiu-se que o combustível mais propício para a síntese de hidroxiapatita foi a glicina, sob razão de diluição de reagentes 1:3, e calcinados as temperaturas de 600 e 900°C em forno de mufla, uma vez que a fase predominante obtida foi a de HAp. No entanto, verifica-se a necessidade de melhoramento das condições de síntese para obter-se a HAp 100% pura e sem grupamentos nitrato.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, pela concessão da bolsa de Iniciação Científica e as professoras pela disponibilidade em ensinar e orientar. Aos colegas e técnicos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALVES, Annelise Kopp; BERGMANN, Carlos P.; BERUTTI, Felipe Amorim. Combustion Synthesis. *In: ALVES, Annelise Kopp; BERGMANN, Carlos P.; BERUTTI, Felipe Amorim. Novel Synthesis and Characterization of Nanostructured Materials*. [S. L.]: Springer Science & Business Media, 2013. Cap. 2. p. 12-13.

ARAÚJO, M. S. O., FOOK, M. V. L., FURTADO, G. T. F. S., SILVA, M. F. A., MELO, O. B. Síntese E Caracterização De Hidroxiapatita Carbonatada Obtida Pelo Método De Precipitação. *In: Congresso Latino-Americano De Órgãos Artificiais E Biomateriais, 7., 2012, Natal*.

CARRODEGUAS, R. G., DE AZA, S. α -Tricalcium phosphate: Synthesis, properties and biomedical applications. *Acta Biomaterialia*, [S. l.], v. 7, n. 10, p. 3536-3546, 2011.

COSTA, A. C. F. M., LIMA, M. G., LIMA, L. H. M. A., CORDEIRO, V. V., VIANA, K. M. S., SOUZA, V., LIRA, H. L. Hidroxiapatita: Obtenção, caracterização e aplicações. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, Campina Grande. v. 4, n. 3, p. 29-38, Nov. 2009. Disponível em: <http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/view/105/123>.

DÓREA NETO, F. A. **Avaliação do cimento de alfa-fosfato tricálcico em artrodese tarsocrurais experimentais em cães**. 2007. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 2007.

GHOSH, S. K., ROY, S. K., KUNDU, B., DATTA, S., BASU, D. Synthesis of nanosized hydroxyapatite powders through solution combustion route under different reaction conditions. *Materials Science and Engineering B*, [s. l.], v. 176, p. 14–21, 2009.

KALITA, S. J., VERMA, S. Nanocrystalline hydroxyapatite bioceramic using microwave radiation: Synthesis and characterization. *Materials Science and Engineering C*, [s. l.], v. 30, p. 295–303, 2010.

MOREIRA, T.G., VIANA, K.S., LEITE, A.M.D. Influência De Variáveis De Síntese Na Obtenção De Hidroxiapatita. *In: Congresso Latino-Americano De Órgãos Artificiais E Biomateriais, 10. 2018, João Pessoa*.

NATHANAEL, A. J., HONG, S. I., MANGALARAJ, D., CHEN, P. C. Large scale synthesis of hydroxyapatite nanospheres by high gravity method. **Chemical Engineering Journal**, [s. l.], v. 173, p.846-854, 2011.

RAMAKRISHNAN, R., WILSON, P., SIVAKUMAR, T., JEMINA, I. A comparative study of hydroxyapatites synthesized using various fuels through aqueous and alcohol mediated combustion routes. **Ceramics International**, [s. l.], v. 39, p. 3519–3532, 2012.

RODRIGUES, L. R. Materiais e Métodos. *In*: RODRIGUES, L. R. **Síntese e caracterização de hidroxiapatita e titânia nanoestruturadas para a fabricação de compósitos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) -- Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008. cap. 3, p. 28-30.

SASIKUMAR, S., VIJAYARAGHAVAN, R. Synthesis and Characterization of Bioceramic Calcium Phosphates by Rapid Combustion Synthesis. **Journal Of Materials Science & Technology**, [s. l.], v. 26, n. 12, p. 1114-1118, 2010.

SIMOMUKAY, E. Materiais e Métodos. *In*: SIMOMUKAY, E. **Síntese e Caracterização de Ortofosfatos de Cálcio dopados com Nióbio (V) por meio da Rota Hidrotérmica e Avaliação de Citocompatibilidade**. 2013. Dissertação (Mestrado em Química Aplicada) – Faculdade de Química Aplicada, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2013. cap. 3, p. 63, 68-70.

TORKITTIKUL, P. e CHAIPANICH, A. Optimization of calcium chloride content on bioactivity and mechanical properties of White Portland cement. **Materials Science & Engineering C**, [s. l.], v. 32, n. 2, p. 282-289, 2012.

SOBRE A ORGANIZADORA

CLAUDIANE AYRES - Possui graduação em Fisioterapia pelo Centro de Ensino Superior de Campos Gerais (2012). Recebeu diploma de mérito acadêmico, conquistando o primeiro lugar geral da turma de formandos 2012, do curso de Fisioterapia do Centro Superior do Campos Gerais- CESCAGE. Mestre em Ciências Biomédicas - UEPG (2016-2018) Pós-graduada em Fisioterapia Dermatofuncional CESCAGE (2012-2013). Pós- graduada em Gerontologia-UEPG (2017-2018); Pós- graduada em Fisioterapia Cardiovascular (2017-2018); Tem experiência nas áreas de fisioterapia em de Fisioterapia em UTI (Geral, coronariana e neonatal); Fisioterapia Hospitalar, Fisioterapia em DTM e orofacial; Fisioterapia em Saúde do Idoso; Atuou como docente do curso técnico em estética do CESCAGE-2013; Atuou na área de fisioterapia hospitalar e intensivismo (UTI Geral e coronariana)- 2016- 2018; Atualmente, atua como docente em cursos profissionalizantes de estética facial, corporal e massoterapia na Ideale Cursos; Atua também como docente do curso de Fisioterapia do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE. Atua ainda como docente do curso Tecnólogo em Estética e Cosmetolgoia -UNICESUMAR PG.

ÍNDICE REMISSIVO

B

Bacillus thuringiensis 34, 35, 36, 47, 48

Biocombustíveis 34, 35, 36, 38, 39, 44, 45, 46

Bronquíolos 14, 18

Brônquios 14, 15, 16, 18, 20

C

Condiciones laborales 1, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 12

E

Engenharia de tecidos 50, 55, 58, 62, 64, 65, 67, 68, 69, 71, 74, 78, 80, 81

Envelhecimento celular 62

Enzimas 27, 32, 34, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 57, 58, 73

F

Frutos verdes de Jenipapo 26

G

Genipa americana Linnaeus 25, 26, 32

Genipina 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 79

L

Ligninocelulolítico 34, 36, 41, 43, 44, 46

M

Marsupiais 14, 15, 23

Materiais biocompatíveis 62

Medicina regenerativa 50, 52, 55, 58, 64, 65, 74, 79

P

Polimerização 40, 50, 52, 54, 57, 69

Polímeros biorreabsorvíveis 62, 67, 68

R

Reparo ósseo 62, 64

S

Silicosis 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13

T

Traqueia 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23

Tuberculosis 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 13

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA BIOMÉDICA



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

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA BIOMÉDICA



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