



As Engenharias agregando Conhecimento em Setores Emergentes de Pesquisa e Desenvolvimento

Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado
(Organizadores)


Ano 2021



As Engenharias agregando Conhecimento em Setores Emergentes de Pesquisa e Desenvolvimento

Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado
(Organizadores)

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 Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

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.



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

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. 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^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto 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
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^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. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
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 Rural do Semi-Árido
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

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 Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

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. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

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. 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
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 Dra. 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
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

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

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
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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
Prof^ª 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. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
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
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 Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
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 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/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
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª 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^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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

As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento / Organizadores Franciele Braga Machado Tullio, Lucio Mauro Braga Machado. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-769-7

DOI 10.22533/at.ed.697211102

1. Engenharia. I. Tullio, Franciele Braga Machado (Organizador). II. Machado, Lucio Mauro Braga (Organizador). III. Título.

CDD 620

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.

APRESENTAÇÃO

A obra “As Engenharias Agregando Conhecimento em Setores Emergentes de Pesquisa e Desenvolvimento” contempla vinte capítulos em que os autores abordam suas pesquisas aplicadas nos mais diversos setores da engenharia.

Pesquisas relacionadas a propriedades físico-químicas de materiais e desenvolvimento de novos produtos com a finalidade de aplicar na indústria.

Desenvolvimento de novos materiais e aplicação de inteligência artificial para utilização na medicina também são abordados.

Geração de energia, desenvolvimento de projetos sustentáveis e tratamento de efluentes são assuntos em evidência no meio acadêmico.

Por fim, estudo sobre a gestão de projetos de obras de arte especiais com a finalidade de auxiliar os gestores na tomada de decisões e intervenções nas mesmas.

Esperamos que esta obra promova ao leitor o desejo de desenvolver ainda mais estudos, agregando mais conhecimento em setores de pesquisa e desenvolvimento. Boa leitura!

Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

CONSTRUÇÃO DE IMPELIDORES POR MANUFATURA ADITIVA: UMA METODOLOGIA PARA O ENSINO DE OPERAÇÕES UNITÁRIAS

Tadeu Henrique Aparecido da Silva

Monica Taís Siqueira D'Amelio

DOI 10.22533/at.ed.6972111021

CAPÍTULO 2..... 17

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ACIDEZ E PERÓXIDO NO ÓLEO DE FRITURA UTILIZADO NO REFEITÓRIO DO IFMT – CAMPUS CONFRESA

Fábio Gonçalves Marinho

Felipe Gimenes Rodrigues Silva

Ulisses Alberto Rodrigues da Silva

Milton Fantinell Junior

Carlos Bonfim Gonçalves Marinho

Geovana Rodrigues Soares

DOI 10.22533/at.ed.6972111022

CAPÍTULO 3..... 22

ESTUDO DA SEDIMENTAÇÃO DESCONTÍNUA DE CaCO_3 E Ca(OH)_2 EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES VISANDO A SEPARAÇÃO DE PARTICULADO

Dinalva Schein

Carolina Smaniotto Fronza

Gabriela Aline Kroetz Bremm

Isaac dos Santos Nunes

Andréia Monique Lermen

Naiara Jacinta Clerici

Paula Gabriela Dalla Porta

Suelyly Ribeiro Hollas

DOI 10.22533/at.ed.6972111023

CAPÍTULO 4..... 33

FUNCIONALIZAÇÃO DO TERPOLÍMERO ACRILONITRILA-BUTADIENO-ESTIRENO COM ANIDRIDO MALEICO – UMA REVISÃO DA LITERATURA

Carlos Bruno Barreto Luna

Danilo Diniz Siqueira

Eduardo da Silva Barbosa Ferreira

Edson Antonio dos Santos Filho

Edcleide Maria Araújo

DOI 10.22533/at.ed.6972111024

CAPÍTULO 5..... 54

ANÁLISE DE DESGASTE NAS LASTRINAS DA CAIXA MATRIZ NA INDÚSTRIA DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Tiago da Silva Fernandes

Anderson Daleffe

DOI 10.22533/at.ed.6972111025

CAPÍTULO 6..... 68

ANÁLISE QUÍMICA E ÂNGULO DE CONTATO DE FILMES FORMADOS POR BLENDA DE POLIESTIRENO/POLI(CAPROLACTONA) FOTODEGRADADAS POR LUZ ULTRAVIOLETA

Catarina Barbosa Levy

Maria Oneide Silva de Moraes

Walter Ricardo Brito

João de Deus Pereira de Moraes Segundo

DOI 10.22533/at.ed.6972111026

CAPÍTULO 7..... 75

APLICAÇÃO DE NANOBIMATERIAIS NO TRATAMENTO DE FERIDAS

Rayanne Cornelio Silva Carvalho

Deuzuita dos Santos Freitas Viana

Vicente Galber Freitas Viana

DOI 10.22533/at.ed.6972111027

CAPÍTULO 8..... 87

INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DE FERROCARBONILA EM MATERIAIS ABSORVEDORES DE RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Cecília Maia Corsato

Nicholas Eras Fonseca

Bruno Ferraz Donati

Gustavo Freitas de Souza

Rademaks Bento de Oliveira

Valdirene Aparecida da Silva

DOI 10.22533/at.ed.6972111028

CAPÍTULO 9..... 96

INCORPORAÇÃO DE FIBRAS DE POLIPROPILENO RECICLADAS EM COMPÓSITO CONCRETO

Gabriela T. Santiago

Matheus Vosgnach

Vinício Ceconello

Edson Francisquetti

Mara Andrade Zeni

DOI 10.22533/at.ed.6972111029

CAPÍTULO 10..... 105

ANÁLISE DO ÂNGULO DE INCLINAÇÃO SOLAR DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS PARA LOCALIDADES NO BAIXO TOCANTINS – PA

Marinaldo de Jesus dos Santos Rodrigues

Silvio Bispo do Vale

Tatiane Perna Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.69721110210

CAPÍTULO 11	117
SIMULAÇÃO ENERGÉTICA PARA RECUPERAÇÃO DE CALOR DO AR EM AGÊNCIAS BANCÁRIAS	
Alexandre Fernandes Santos Jeová Alves Diniz Junior Heraldo José Lopes de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.69721110211	
CAPÍTULO 12	131
USO DO SISTEMA DX (EXPANSÃO DIRETA) PARA SISTEMAS GEOTÉRMICOS EM CURITIBA	
Alexandre Fernandes Santos Paulo Henrique Colombo Heraldo José Lopes de Souza Fabio Francisco Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.69721110212	
CAPÍTULO 13	143
MÉTODOS DE APRENDIZAGEM DE MÁQUINA APLICADOS NA CLASSIFICAÇÃO DE NÍVEIS DE APNEIA UTILIZANDO SINAIS DE ELETROCARDIOGRAMA	
João Pedro dos Santos Silva Pedro Henrique dos Santos Almeida Letícia Chaves Lima Cananéa Helder Alves Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.69721110213	
CAPÍTULO 14	153
ANÁLISE E SIMULAÇÃO DE CONTROLE VOLUMÉTRICOS E DINÂMICOS EM SISTEMAS DE PERFURAÇÃO DE POÇOS PETROLÍFEROS	
Juliana Gomes da Silva Savio Raider Matos Sarkis	
DOI 10.22533/at.ed.69721110214	
CAPÍTULO 15	173
UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA (AHP) COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO MULTICRITÉRIO NO PROCESSO DE DECISÃO DE PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NA AMAZÔNIA AZUL	
Andrezza de Oliveira Agápito Dalessandro Soares Vianna Marcilene de Fátima Dianin Vianna Edwin Benito Mitacc Meza	
DOI 10.22533/at.ed.69721110215	
CAPÍTULO 16	185
IMPLANTAÇÃO DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM COMPLEXO ALIMENTÍCIO INDUSTRIAL	
Yuri de Oliveira Godoy	

Aldo Muro Júnior

DOI 10.22533/at.ed.69721110216

CAPÍTULO 17..... 196

AVANÇOS PARA MELHORIA DA RESISTÊNCIA À INCRUSTAÇÃO EM MEMBRANAS DE ULTRAFILTRAÇÃO COM POTENCIAL PARA APLICAÇÃO NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS OLEOSAS: uma revisão

Victor José Romão dos Santos

Suellen Cristine Meira

DOI 10.22533/at.ed.69721110217

CAPÍTULO 18..... 211

ANÁLISE PROBABILÍSTICA E DETERMINÍSTICA DA ESTABILIDADE DE TALUDES EM BARRAGEM DE TERRA DO ESTADO DO CEARÁ

Fernando Feitosa Monteiro

Andressa de Araujo Carneiro

Yago Machado Pereira de Matos

Giovanna Monique Alelvan

DOI 10.22533/at.ed.69721110218

CAPÍTULO 19..... 222

A GESTÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS MUNICIPAIS: CONCEPÇÃO DE UM MODELO CONCEITUAL DE BANCO DE DADOS APLICADO ÀS PONTES, VIADUTOS E PASSARELAS

André Felipe Bozio

Vivian da Silva Celestino Reginato

DOI 10.22533/at.ed.69721110219

CAPÍTULO 20..... 240

ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS DO PORTO MARAVILHA, RIO DE JANEIRO: TRANSFORMAÇÕES URBANAS

Amanda Martins Marques da Silva

Gisele Silva Barbosa

Patricia Regina Chaves Drach

Eduardo Praun Machado

Victor Marques Zamith

DOI 10.22533/at.ed.69721110220

SOBRE OS ORGANIZADORES 255

ÍNDICE REMISSIVO..... 256

APLICAÇÃO DE NANOBOMATERIAIS NO TRATAMENTO DE FERIDAS

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 02/11/2020

Rayanne Cornelio Silva Carvalho

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do
Piauí (IFPI)
Teresina- PI
<http://lattes.cnpq.br/9533761155229765>

Deuzuita dos Santos Freitas Viana

Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
Teresina- PI
<http://lattes.cnpq.br/9427609782986371>

Vicente Galber Freitas Viana

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do
Piauí (IFPI)
Teresina- PI
<http://lattes.cnpq.br/9207482089741014>

RESUMO: Os nanobiomateriais estão em ascensão pois é um campo científico multidisciplinar que tem avançado rapidamente nos últimos anos. Há um grande interesse no ramo da medicina regenerativa em materiais nanoestruturados para atingir as funcionalidades do sistema biológico, por isso diversos nanomateriais estão sendo desenvolvidos. Os avanços na nanotecnologia estão permitindo a nanofabricação de biomateriais em nanoescala e dispositivos nanosensores que deverão facilitar significativamente as terapias médicas personalizadas por meio de procedimentos minimamente invasivos. Portanto, este estudo objetiva, analisar o uso de nanobiomateriais

na cicatrização de feridas e identificar quais os métodos mais utilizados no ramo da medicina regenerativa com os nanobiomateriais a partir de uma revisão de literatura nas bases CAPES Periódicos, PubMed, Scielo, LILACS e Science Direct. Como critérios de inclusão, foram considerados estudos observacionais e experimentais disponíveis na íntegra e que traziam informações sobre os benefícios das nanopartículas no tratamento de feridas e injúrias da pele. Como critérios de exclusão, foram desconsiderados os artigos que fugiram do objetivo principal do estudo bibliográfico e os que estavam fora da linha do tempo atribuída para a pesquisa. A amostra foi composta por 11 artigos. Sendo seis artigos do tipo de pesquisa de revisão e cinco do tipo de pesquisa de experimentação. Com base nos artigos analisados, pode-se afirmar que os avanços na nanotecnologia estão permitindo a nanofabricação de biomateriais em nanoescala e dispositivos nanosensores que deverão facilitar significativamente as terapias médicas personalizadas por meio de procedimentos minimamente invasivos os curativos contendo nanobiomateriais são bastante promissores e são classificados como uma ótima opção terapêutica na cicatrização de feridas.

PALAVRAS - CHAVE: Nanobiomateriais; cicatrização de feridas; medicina regenerativa.

APPLICATION OF NANOBOMATERIAIS IN THE TREATMENT OF WOUND

ABSTRACT: The nanobiomaterials are on the rise, since it is a multidisciplinary scientific field

that has advanced rapidly over the last few years. There is a great interest in the field of regenerative medicine in nanostructured materials to achieve the functionalities of the biological system, which is why several nanomaterials are being developed. The advances in nanotechnology are allowing the nanofabrication of biomaterials on a nanoscale and nanosensing devices that should significantly facilitate personalized medical therapies by means of minimally invasive procedures. Therefore, this study aims to analyze the use of nanobiomaterials in wound healing and to identify the methods most used in the field of regenerative medicine with nanobiomaterials from a review of the literature in the Periodic CAPES bases, PubMed, Scielo, LILACS and Science Direct. As inclusion criteria, observational and experimental studies were considered to be fully available and to provide information on the benefits of nanoparticles in the treatment of skin wounds and injury. As exclusion criteria, the articles that escaped from the main objective of the bibliographical study and those that were outside the line of time allocated to the research were disregarded. The sample consisted of 11 articles. With six articles of revision research type and five of the type of experimentation research. Based on the articles analyzed, it can be stated that advances in nanotechnology are making it possible to nanofabrade biomaterials on a nanoscale and nanosensing devices that should significantly facilitate personalized medical therapies by means of minimally invasive procedures, the nanobiomaterials containing nanobiomaterials are very promising and are classified as an excellent therapeutic option in wound healing.

KEYWORDS: Nanobiomaterials; wound healing; regenerative medicine.

1 | INTRODUÇÃO

A nanotecnologia é um campo científico multidisciplinar que tem avançado rapidamente nos últimos anos, encontrando aplicações em diversas áreas. O principal interesse reside na possível exploração de novos efeitos que ocorrem em escala nanométrica, notadamente pela explícita manifestação de efeitos quânticos e pelo aumento da contribuição relativa dos átomos da superfície (PIMENTA e MELO, 2004).

Na medicina regenerativa há um interesse em materiais nanoestruturados para atingir as funcionalidades do sistema biológico (ROSSI- BERGMANN, 2008). Diversos nanomateriais estão sendo desenvolvidos, modificados e expandidos sua atuação direta é na manutenção dos tecidos vivos carreadores das células, investigando e produzindo mediadores biológicos (MACIEL, 2010).

Os avanços na nanotecnologia estão permitindo a nanofabricação de biomateriais em nanoescala e dispositivos nanosensores que deverão facilitar significativamente as terapias médicas personalizadas por meio de procedimentos minimamente invasivos. Portanto, apresentam constituição bioativa, pois englobam fatores coercivos de adesão, no funcionamento de sítios polianiônicos similares aos de polissacarídeos regulatórios ou sítios para o favorecimento da clivagem enzimática envolvidos na migração celular (PIRES et al., 2015). O uso de partículas nanométricas é viável visando o melhoramento do composto (CODEVILLA, 2015), favorecendo, portanto, sua biocompatibilidade e bioatividade.

As propriedades físico-químicas únicas dos nanobiomateriais, juntamente com

a capacidade de inibir o crescimento microbiano e incentivar a proliferação de células eficazes no processo cicatricial, levaram ao aumento de pesquisas relacionadas na síntese e aplicação de nanobiomateriais no tratamento de feridas. Portanto, os objetivos deste trabalho é analisar o uso de nanobiomateriais na cicatrização de feridas e identificar quais os métodos mais utilizados no ramo da medicina regenerativa com os nanobiomateriais.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Nanomateriais

A nanotecnologia é um campo científico multidisciplinar que tem avançado rapidamente nos últimos anos. Sua principal peculiaridade está no tamanho envolvido das partículas. Nano (do grego: “anão”) é um prefixo usado nas ciências para designar uma parte em um bilhão e, assim, um nanômetro (1nm) corresponde a um bilionésimo de um metro (PIMENTA e MELO, 2004). Portanto, são materiais com unidades estruturais básicas como: grãos, partículas, fibras ou outros componentes menores que 100nm em pelo menos uma dimensão.

Houve um grande desenvolvimento envolvendo as nanociências e as nanotecnologias, áreas as quais demonstraram ter uma aplicabilidade no setor de desenvolvimento científico e tecnológico, pelo enorme potencial de impacto econômico (PIMENTA e MELO, 2004). Por isso, os estudos com nanomateriais provoca um incentivo e uma atenção especial para o desenvolvimento de tecnológicas eficazes em diversos ramos de pesquisa (SIQUEIRA, 2016).

O principal interesse reside na possível exploração de novos efeitos que ocorrem em escala nanométrica, notadamente pela explícita manifestação de efeitos quânticos e pelo aumento da contribuição relativa dos átomos da superfície desses materiais (PIMENTA e MELO, 2004). O nanomaterial é um material com qualquer dimensão externa em nanoescala ou com estrutura interna ou estrutura de superfície à escala nanométrica (TIELAS et al., 2014), o qual poderá apresentar características novas em comparação com o mesmo material sem características de nanoescala.

2.2 Nanobiomateriais no tratamento de feridas

As nanopartículas possuem notoriedade por suas metodologias variadas e mecanismos de sínteses e caracterização, outra viabilidade é pelo fato de conter uma oportuna área superficial, Paiva (2012) sugere que, tal fator interfere diretamente nas suas propriedades físico- químicas, ópticas, elétricas e magnéticas, possibilitando a aplicação de catálise, armazenamento de informação e classificação biológica. A nanomedicina surgiu como uma nova ferramenta para alavancar os avanços das aplicações de nanomateriais na medicina tradicional. Isso levou inúmeras aplicações de nanobiomateriais para diagnóstico e tratamento (CANCINO et al., 2014)

As nanotecnologias têm encontrado muitas aplicações na medicina no que concerne à engenharia de tecidos, diagnósticos ultra- sensíveis e medicamentos mais eficazes e seguros (CANCINO et al., 2014). Assim, o termo nanomedicina regenerativa descreve a incorporação de genes, proteínas e / ou células dentro de nanobiomateriais para regenerar tecidos ou órgãos humanos doentes ou danificados (KOUTSOPOULOS, 2012). Considerando as perspectivas da nanotecnologia na terapia cicatricial, as quais contribuem significativamente na liberação do medicamento, melhorando assim o tratamento.

Os biomateriais, segundo Junior et al., (2015) têm se tornado elementos indispensáveis para a melhoria da saúde humana e qualidade de vida, tanto para tratamentos terapêuticos quanto no ramo da medicina regenerativa emergente. A pele é o maior tecido do corpo humano, sua vulnerabilidade quanto a sofrer injúrias é alta, desse modo pode- se aferir que os fatores relacionados ao processo de cicatrização afeta a saúde pública, devido sua complexidade e por envolver diretamente a situação do organismo do indivíduo que sofreu a lesão.

No término da cicatrização as células danificadas já não existem sobre a pele, pois os macrófagos irão desaparecer com a multiplicação dos fibroblastos até a densidade normal ser reestabelecida, todas as alterações na nova pele serão ocasionadas pelo aparecimento de novos miofibroblastos, células as quais sintetizarão elementos estruturais da nova remodelagem (STRONCEK et al., 2009). A possibilidade de incorporação de vários tipos de moléculas na superfície de uma única nanopartícula permite adição de propriedades adicionais ao nanomaterial (CANCINO et al., 2014).

É notório o quanto as pesquisas sobre tratamentos naturais e sintéticos estão se expandindo, vários métodos e estratégias estão sendo avaliadas, dentre muitos fatores é importante salientar a eficácia de atuar como barreira contra patógenos do meio exterior, ser atóxico, promover o bom funcionamento das biomembranas presentes no tecido lesado (WIEGAND e HIPLER, 2010), ter fácil manipulação e um viável custo benefício.

Assim, torna- se importante o estudo sobre metodologias eficazes que venham promover uma cicatrização mais significativa e que não comprometam o funcionamento das biomoléculas presentes no tecido conjuntivo. Stronck, (2009) defendem que o tratamento deve ser reavaliado e readequado as características próprias da úlcera e na resposta do organismo ao procedimento.

3 | METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão integrativa de bibliográfica com coleta de dados realizada mediante análise de pesquisas publicadas de 2017 a 2020, no idioma inglês, aplicados à pesquisa das bases de dados CAPES Periódicos, PubMed, Scielo, LILACS e Science Direct. Como critérios de inclusão, foram considerados estudos observacionais e experimentais disponíveis na íntegra e que traziam informações sobre os benefícios das nanopartículas

no tratamento de feridas e injúrias da pele, também foi considerado o fator de impacto da revista o qual o artigo experimental foi indexado de 3,0 à 14,3. Como critérios de exclusão, foram desconsiderados os artigos que fugiram do objetivo principal do estudo bibliográfico e os que estavam fora da linha do tempo atribuída para a pesquisa.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram encontrados 25 potenciais pesquisas a partir da estratégia de busca, os quais abordavam o uso de nanobiomateriais no processo cicatricial, sendo que a base de dados Science Direct obteve o maior percentual de pesquisas. Através dos métodos de exclusão restaram 5 artigos experimentais e 6 artigos de revisão bibliográfica. A análise dos dados foi mediante a leitura integral dos artigos, síntese do conteúdo e identificação das peculiaridades entre eles sob o tema central da referida pesquisa.

Dentre os destaques nos artigos de revisão notaram-se em todas pesquisas sobre a eficácia de reação do nanobiomaterial no organismo humano no tratamento de feridas. A nanotecnologia segundo Kumar, (2018), atua diretamente em curativos para aplicações de cicatrização de feridas, fatores tais como tamanho de poro, índice de inchaço, biocompatibilidade, biodegradação e resistência mecânica do material, reagem de maneira significativa no organismo. A pesquisa enfatiza que a porosidade e razão de dilatação ajudam o material a liberar a droga encapsulada no local da ferida por difusão. Avaliando a biocompatibilidade e biodegradabilidade em condições fisiológicas e pode ser considerada como um antibacteriano eficaz, então o nanobiomaterial incorporado no curativo apresenta características favoráveis para agir em diferentes tipos de feridas.

Assim, baseado no desenvolvimento de novos produtos, Vijayakumar et al., (2019), aborda uma variedade de materiais usados para o tratamento de cicatrização de feridas, a reação mais acentuada das nanoestruturas proporciona ao biomaterial relevantes reações ao organismo humano melhorando sua eficácia terapêutica, os nanobiomateriais auxiliam na diferenciação de fibroblastos em miofibroblastos que, por sua vez, promove efetivamente a contratilidade da ferida e acelera a taxa de cicatrização da ferida diabética. Ainda nesta vertente, Florea (2019), expõe sobre a bioatividade do material e define a especificidade da reação em contato com o organismo humano, aborda aplicações e avaliação da interface entre o tecido humano e a biomembrana. O uso de biomateriais na área biomédica representa uma excelente alternativa em tratamento convencionais.

Com a demanda constante das nanotecnologias, é importante integrar diretamente no papel primordial da nanotecnologia na engenharia de tecidos e seus avanços nos estudos da medicina regenerativa visando o uso de nanobiomateriais com uma capacidade regenerativa superior (HUDITA, et al., 2019). Assim as NPs são portadoras de princípio ativo de reação na biomembrana ou atua como carreadores de moléculas biológicas que podem facilitar a adesão celular, proliferação dentre outros fatores no sistema biológico.

Sobre os avanços da engenharia de tecidos, no ramo da medicina regenerativa e biologia celular GOONOO e BHAW-LUXIMON (2020) aborda estratégias de combinação de nanomateriais para melhorar a performance do nanobiomaterial. Sua principal abordagem enfatiza a nanotecnologia na estruturação dos biomateriais com potencial regenerativo. A partir das abordagens dos autores nos artigos de revisão notou-se a crescente atuação dos nanobiomateriais no ramo da medicina regenerativa e sua contribuição para a sociedade. O quadro 1 apresenta a síntese dos estudos contendo seus principais resultados.

REF.	TIPO DE PESQUISA	TÍTULO	OBJETIVO	RESULTADOS PRINCIPAIS	PERSPECTIVAS FUTURAS
BERTHET et al., 2017	Artigo de Revisão	Nanoparticle-Based Dressing: The Future of Wound Treatment?	Analisar as reações das nanopartículas como carregadores de drogas atuando como ferramentas promissoras em tratamentos de cicatrização de feridas, e suas propriedades multifuncionais	Nanopartículas (NPs) carregadas com substâncias ativas são ferramentas promissoras para curativos inovadores no sistema tegumentar para a regeneração da pele representando uma estratégia para o reparo de feridas.	Fazer uma prospecção com as nanopartículas sobre os benefícios trazidos pelo carregamento de drogas em curativos nanoparticulados e sua eficiência no mercado para substituir os curativos atuais para a cicatrização de feridas.
KUMAR et al., 2018	Artigo de Revisão	Recent advances on silver nanoparticle and biopolymer based biomaterials for wound healing applications	Discutir as atualizações sobre as vantagens das Nanopartículas de Prata incorporadas em nanobiomateriais (AgNP-BMs) e analisou suas várias aplicações em estudos de	Notou-se que o desenvolvimento de novos materiais biocompósitos impregnados com AgNPs visa alcançar melhores estratégias de tratamento na cicatrização de feridas com atividade antimicrobiana eficaz.	Fazer uma prospecção sobre as nanopartículas envolvendo outros metais em curativos nanoparticulados e sua eficiência para a cicatrização de feridas.
VIJAYAKUMAR, V. et al., 2019	Artigo de Revisão	Recent Advancements in Biopolymer and Metal Nanoparticle-Based Materials in Diabetic Wound Healing Management	Sintetizar a potencialidades nanobiopolímeros, biometal e nanopartículas de óxido de metal, e também compósito do biopolímero no tratamento de úlceras de pé diabético com infecção.	A utilização de nanobiopolímeros com combinação de nanopartículas bioativas demonstrou propriedades antimicrobianas, antibacterianas e antiinflamatórias e forte potencial no tratamento de feridas para melhorar o processo de cicatrização de feridas infecciosas diabéticas.	Não há ressalvas para trabalho futuros
FLOREA, D. A. et al., 2019	Artigo de Revisão	Clinical applications of bioactive materials	Analisar a eficiência das aplicações clínicas de materiais bioativos	Notou-se que os projetos e aplicações ainda são um desafio pois seus estudos são complexos por envolverem reações química e biológicas no organismo.	Estudos clínicos e o projeto de fabricação visando um custo benefício mais atrativo.

HUDITA, A. et al., 2019	Artigo de Revisão	Nanobiomaterials for tissue engineering	Analisar formas de atuação da nanotecnologia no projeto de membranas nanobiocompatíveis, no controle e comportamento da célula.	Discutiu-se que os scaffolds nanoparticulados atuam como carreadores de moléculas biologicamente ativas, no processo de regeneração tecidual.	Incentivou-se estudos na área de nanobiomateriais para regeneração tecidual, pois são promissores na aplicação de engenharia tecidual.
GOONOO, N. BHAW-LUXIMON, A. 2020	Artigo de Revisão	Nanomaterials combination for wound healing and skin regeneration	Investigou-se um substituto polimérico capaz de exibir todas as propriedades da pele.	Análises mais precisas para evitar erros reacionais no organismo. A combinação de métodos de fabricação, e análises precisa dos materiais, tem o resultado mais propício para reduzir infecções.	A combinação de biomateriais e nanopartículas metálicas implementarão novas técnicas de fabricação de membranas a fim de favorecer a regeneração, estratégias adicionais, como o desenvolvimento de scaffolds responsivos.
TAMER, T. M. et al., 2018	Experimental	MitoQ Loaded Chitosan-Hyaluronan Composite Membranes for Wound Healing	Discerne sobre a influência do MitoQ no processo de cicatrização em modelos de coelho e rato. Analisa a determinação da influência da incorporação de MitoQ nas propriedades físico-químicas das membranas.	Concluiu-se pelas demonstrações em pele lesada de coelho e rato, que as nanobiomembranas foram notavelmente eficientes e aceleraram o processo de cicatrização principalmente por meio de um mecanismo de supressão da inflamação	Para pesquisas futuras com potencial do uso de MitoQ - uma substância MTA - para o tratamento de feridas no tecido da pele, para análises em humanos.
PAUL, M. et al., 2018	Experimental	Pongamia pinnata seed extract-mediated green synthesis of silver nanoparticles: Preparation, formulation and evaluation of bactericidal and wound healing potential	Sintetizar as Nanoparticulas de Prata através da síntese verde e caracterizá-las quanto ao potencial antibacteriano, além disso fazer a testagem do nanobiomaterial em um gel hidrofílico investigando o potencial cicatrizante.	O nanobiomaterial apresentou potencial antioxidante máximo em comparação ao ácido ascórbico. O gel carregado com AgNp mostrou-se homogêneo, mostrando ação notável na recuperação de lesões devido o seu potencial antigênico e mitogênico.	Análises para verificação em curativos.
LI, X. et al., 2019	Experimental	Development of an antibacterial nanobiomaterial for wound-care based on the absorption of AgNPs on the eggshell membrane.	Preparar um nanocompósito antiaglomerante e antibacteriano e avaliar a capacidade de cicatrização e antibacteriana dos compósitos AgNPs / ESM com várias concentrações de prata.	A atividade antibacteriana foram significativamente melhoradas quando o referido composto foi preparado em soluções de AgNPs. Os bionanocompósitos também tinham uma área de superfície e tamanhos de poros adequados, o que conferia aos compósitos a capacidade de prevenir a invasão bacteriana.	Devido às suas fortes propriedades antibacterianas e físicas, os compósitos AgNPs / ESM preparados neste estudo têm um grande potencial para serem usados como um forte agente antibacteriano para embalagens de preservação de alimentos, produtos de consumo, terapêutica clínica e diagnósticos.

ENUMO, A. et al., 2020	Experimental	Development of curcumin-loaded chitosan/pluronic membranes for wound healing applications	Aplicação e desenvolvimento de membranas à base de plurônico- quitosana contendo curcumina com aplicações potenciais na cicatrização de feridas.	As membranas apresentaram características desejáveis para uma potencial aplicação no tratamento de lesões cutâneas, uma vez que apresentaram melhora nas propriedades térmicas, mecânicas e de superfície, bem como aumento na capacidade de inchamento. Os resultados mostraram que a estrutura cristalina de PLU e CUR é afetada pela formação da membrana.	Em geral, as membranas contendo os nanobiomateriais, podem desempenhar um papel eficaz na cicatrização de feridas, e estudos in vivo devem ser realizados para confirmar esses benefícios.
ESMAEILI, E. et al., 2020	Experimental	The biomedical potential of cellulose acetate/ polyurethane nanofibrous mats containing reduced graphene oxide/silver nanocomposites and curcumin: Antimicrobial performance and cutaneous wound healing	Preparação e avaliação de biomaterial nanofibrosos por eletrofição de PU e CA dos nanocompósitos rGO / Ag, curcumina ou ambos avaliados nas propriedades químicas, físicas e biológicas das membranas	A atividade antibacteriana de foi atribuído ao efeito sinérgico de rGO / Ag e curcumina, e a maior atividade antibacteriana. As amostras contendo nanocompósitos rGO / Ag inibiu o crescimento da bactéria através da difusão dos íons Ag. O nanobiomaterial contendo uma área de superfície, serviu como um suporte para a aderência de bactérias.	Não há ressalvas para trabalhos futuros.

Quadro 1- Síntese das pesquisas analisadas contendo referência, tipo de pesquisa, título, objetivo, principais resultados e perspectivas futuras - Teresina, PI, Brasil, 2020.

Fonte: KUMAR, S. S. D. et al., (2018); VIJAYAKUMAR, V. et al., (2019); FLOREA et al., (2019); HUDITA, A. et al., (2019); GOONOO e BHAW-LUXIMON, (2020); TAMER, T. M. et al.,(2018); PAUL, M. et al.,(2018); LI, X. et al.,(2019); ENUMO, A. et al.,(2020); ESMAEILI, E. et al.,(2020).

Dentre os artigos analisadas, cinco são do tipo de pesquisa experimental. Sendo dois de análise in vivo e três com o tipo análise in vitro. Os nanobiomateriais estimulam a atividade das células do organismo devido suas propriedades biológicas. TAMER, T. M. et al., 2018, analisou a incorporação de um antioxidante na matriz biopolimérica e sua reação no organismo no tratamento de feridas na pele. Desse modo, três componentes foram avaliadas em detalhes utilizando medições de rugosidade de superfície, medições de ângulo de contato, hemocompatibilidade e análises de trombogenicidade. a aplicação in vivo de membranas Ch / HA / MitoQ (Quitosana, Ácido Hialurônico e MitoQ) foi avaliada em pele de coelho e rato feridos utilizando métodos histológicos. Modelo de estudo clinico randomizado, 9 coelhos machos e 15 ratos. A recuperação do tecido foi claramente observada com membranas Ch/ HA/ MitoQ em todos os intervalos de tempo. O controle positivo (Ch / HA) apresentou cicatrização significativa em relação ao controle negativo (gaze). O grupo controle apresentou um número significativamente maior de células

inflamatórias do que aquele tratado com membranas de qualquer tipo, ou seja, com ou sem MitoQ. A cicatrização eficiente foi verificada pela presença de folículos capilares e tecidos fibrosos amadurecidos para membranas contendo MitoQ.

No ramo da medicina regenerativa, curativos à base de nanopartículas de prata (NPsA) estão ganhando popularidade a cada dia devido seu forte potencial antimicrobiano. Paul, et al., (2018), preparou as NPs pela síntese verde e incorporou em um gel hidrofílico, afim de determinar seu potencial antimicrobiano e antioxidante e a atividade de cicatrização de feridas. A atividade de cicatrização foi investigada usando um modelo de cicatrização por excisão em ratos. O gel carregado foi aplicado topicamente nos ratos diariamente por 30 dias. A contração da ferida foi calculada e foram realizados estudos histopatológicos dos tecidos cicatrizados. Visando a velocidade de cicatrização e em uma melhor aparência estética das feridas. O nanobiomaterial apresentou um potencial antioxidante e foi eficiente na atividade antibacteriana. A atividade significativa de cicatrização de feridas ($p < 0,05$) foi demonstrada pelo gel AgNP em comparação com outra substância já utilizada comercialmente em injúrias da pele (PAUL et al., 2018). Assim os AgNPs preparados têm efeitos antimicrobianos e de cicatrização de feridas que podem ser uteis no tratamento de infecções tóxicas, especialmente feridas.

Notou-se que as AgNPs aceleram a taxa de cicatrização de feridas, estimulando a proliferação e realocação de queratinócitos. Diante disso, LI, X. et al., 2019 desenvolveu um agente antibacteriano promissor para curativos de feridas, trata-se da incorporação de nanopartículas de prata (AgNPs) em biocompósitos de membrana de casca de ovo (ESM) (AgNPs / ESM). Os nanobiomateriais de AgNPs / ESM tiveram uma área de superfície superior ($159,08 \text{ m}^2 / \text{g}$) do que o ESM natural ($24,32 \text{ m}^2 / \text{g}$) e um tamanho de poros apropriado ($10,92 \text{ nm}$). Uma área de superfície mais alta e um tamanho de poro adequado de curativo para feridas são os dois parâmetros principais para a absorção de fluido e a proteção contra a penetração bacteriana. Estas descobertas sugeriram que os compósitos AgNPs / ESM são candidatos promissores para o desenvolvimento de agente antimicrobiano para dispositivos biomédicos e aplicações terapêuticas, como agente cicatrizante. O resultado também exibiu indiretamente que os compósitos tinham uma atividade antibacteriana desejada e constante. Então, foi assumido que os nanobiocompósitos poderiam prevenir a invasão bacteriana de forma eficiente e rápida e fornecer proteção duradoura durante a cicatrização de feridas.

Afim de obter propriedades adequadas para aplicações como curativo facilitando o processo cicatricial, Enumo et al., (2020) trabalhou com novas biomembranas à base de quitosana (CTS) contendo curcumina (CUR) incorporada em copolímeros plurônicos (PLU). As propriedades mecânicas, térmicas, de dilatação, molhabilidade, liberação e permeação foram avaliadas por DSC, TGA, medições de ângulo de contato com água, FTIR, fluorescência e técnicas microscópicas. Membranas contendo PLU e CUR apresentaram molhabilidade perto da faixa ideal para interação com componentes celulares (ângulo de

contato ~ 40 - 70°), propriedades mecânicas aprimoradas, maior estabilidade térmica, alto grau de intumescimento (> 800%) e liberação de CUR (~ 60%) em comparação com amostras sem adição de PLU. Um superior retenção de CUR na epiderme do que na camada da derme foi observada, que também foi confirmado por microscopia confocal. Além disso, as membranas CTS-PLU carregadas com CUR mostrou-se ativo contra *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* (MIC = 25 e 100 mg mL⁻¹, respectivamente), as espécies microbianas mais presente em feridas crônicas.

Os nanocompósitos possuem diversas aplicações Esmaeili, et al., (2020), desenvolveu scaffolds nanofibrosos preparados a partir de poliuretano e acetato de celulose usando eletrofição. Os nanobiomateriais obtidos foram caracterizados por microscopia eletrônica de varredura (MEV), ângulo de contato, tração análise, porosidade e taxa de transmissão de vapor de água (WVTR). 3- [4,5-Dimetiltiazol-2-il] -2,5-difenil tetraO ensaio de brometo de zólio, MTT, confirmou a biocompatibilidade das nanofibras compostas. Os andaimes eram capazes de impedir as bactérias Gram-negativas e Gram-positivas por meio do contato direto com elas. Os estudos histopatológicos indicaram que o arcabouço incorporou nanocompósitos rGO / Ag e curcumina o maior efeito na cicatrização de feridas e pode promover a taxa de cicatrização de feridas artificiais. A presença de curcumina e Nanocompósitos rGO / Ag na matriz de nanofibras PU/CA, aumentaram o diâmetro da fibra, o que resulta em porosidades mais altas. Uma grande vantagem dos nanocompósitos atuais é sua propriedade antibacteriana, a qual o elevam a uma taxa de inativação de 100% para Gram-negativos, *Pseudomonas*; e 95% contra bactérias Gram-positivas, *S. aureus*, após contato direto com as células microbianas. Estudos histopatológicos in vivo mostraram que, a adição de curcumina e nanoestruturas rGO / Ag podem facilitar o processo cicatricial. Os resultados das análises do nanobiomaterial indicou ter um bom potencial biomédico na cicatrização de feridas.

5 | CONCLUSÃO

Os trabalhos analisados demonstraram desde princípios básicos até aplicações recentes dos nanobiomateriais em cicatrização de feridas com diferentes formas de atuação reacional no organismo. A evolução da nanociência e nanotecnologia tem sido expansiva em várias áreas da medicina regenerativa abordando o processo cicatricial, pois suas nanoestruturas são facilmente reativas no organismo. Notou-se que as AgNPs aceleram a taxa de cicatrização de feridas, estimulando a proliferação e realocação de queratinócitos, podendo interagir com proteínas contendo enxofre em células de membranas de bactérias e, preferencialmente, atacar a cadeia respiratória levando à apoptose. Portanto, as características biológicas do nanobiomaterial é quem vão inferir sua eficácia no referido tratamento. O surgimento de novos materiais com melhorias antibacterianas, antiinflamatórias e propriedades curativas em comparação com curativos convencionais

para feridas tem características sociais e apelo econômico.

REFERÊNCIAS

ABREU, E.S.; MARQUES, M.E.A. **Histologia da pele normal**. In: JORGE, S.A.; DANTAS, S.R.P.E. Abordagem multiprofissional do tratamento de feridas. São Paulo: Atheneu, 2005.p. 17- 29.

BARKU. V. Y. A. **Wound Healing: Contributions from Medicinal Plants and Their Phytoconstituents**. Annual Research & Review in Biology. University of Cape Coast, Ghana. 2018.

BERTHET, M et al. **Nanoparticle- Based Dressing: The future of Wound Treatment?** Trends in Biotechnology. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2017.08.007>. 2017

CANCINO, J. MARANGONI, V.S. ZUCOLOTTI, V. **Nanotecnologia em medicina: aspectos fundamentais e principais preocupações**. Química Nova. Quím. Nova vol.37 no.3 São Paulo May/ June 2014. <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20140086>

CODEVILLA. C. F., BARIN, J. S., SILVA, C.de B. da., SILVA, T. M. da e MENEZES, C. R. de.; **Incorporation of curcumin into nanostructured systems: A review**. Ciência e Natura, Santa Maria v.37 Ed. Especial-Nano e Microencapsulação de compostos bioativos e probióticos em alimentos , 2015, Dez. p. 152 – 163 Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM ISSN impressa: 0100-8307

ESMAEILI, E. et al., **The biomedical potential of cellulose acetate/polyurethane nanofibrous mats containing reduced graphene oxide/silver nanocomposites and curcumin: Antimicrobial performance and cutaneous wound healing**. International Journal of Biological Macromolecules. Volume 152, 1 June 2020, Pages 418-427. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.02.295>

FLOREA, D. A. et al., **Clinical applications of bioactive materials**. Materials for Biomedical Engineering. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818431-8.00016-7>. 2019

GOONOO, N. BAHAW- LUXIMON, A. **Nanomaterials combination for wound healing and skin regeneration**. Advanced 3D-Printed Systems and Nanosystems for Drug Delivery and Tissue Engineering. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818471-4.00007-8>. 2020

HUDITA, A. et al., **Nanobiomaterials for tissue engineering**. Materials for Biomedical Engineering. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816909-4.00001-4>. 2019

JÚNIOR, E.A.O. MACEDO. A.O.C. BASTOS. J. S. B. BRANDIM. A. S.. MACÊDO. H. R. A. **Preparo e caracterização de membranas poliméricas Quitosana/CaCO₃ extraído da casca de ovos de galinha caipira**. Anais [4ª Edição do Workshop de Biomateriais, Engenharia de Tecidos e Órgãos Artificiais] p. 254. Campina Grande- PB. 2015.

KOUTSOPOULOS, S. **Molecular fabrications of smart nanobiomaterials and applications in personalized medicine**. Advanced Drug Delivery Reviews. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2012.08.002>. Volume 64, Issue 13, October 2012, Pages 1459-1476

KUMAR, S. S. D. et al., **Recent advances on silver nanoparticle and biopolymer based biomaterials for wound healing applications**. International Journal of Biological Macromolecules. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.04.003>. 2018

LI, X. et al., **Development of an antibacterial nanobiomaterial for wound-care based on the absorption of AgNPs on the eggshell membrane.** Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. Volume 183, 1 November 2019, 110449. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2019.110449>

MACIEL, B. B. **Isolamento, cultivo e caracterização de células tronco mesenquimais da medula óssea e do tecido adiposo de gato.** Dissertação- Universidade Federal do Paraná. 2010.

PAIVA, L. F. SANTOS, T. MOREIRA, R. M. DA S. SOARES, G. D. DE A. **Síntese e caracterização de nanopartículas de prata em solução de poli (ácido acrílico).** Painelel PEMM 2012 – 24, 25 e 26 de outubro de 2012 – PEMM/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2012.

PAUL, M. et al., **Pongamia pinnata seed extract-mediated green synthesis of silver nanoparticles: Preparation, formulation and evaluation of bactericidal and wound healing potential.** Appl Organometal Chem. 2018; e4624. <https://doi.org/10.1002/aoc.4624>

PIMENTA, M.; MELO, P de.; **Nanociências e nanotecnologia.** Parcerias Estratégicas, Vol. 9, No 18 (2004).

PIRES, A. L. R., BIERHALZ, A. C. K., MORAES, A. M. **Biomateriais: tipos, aplicações e mercado. Departamento de Engenharia de Materiais e de Bioprocessos.** Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2015.

ROSSI- BERGMANN, B. **A nanotecnologia: da saúde para além do determinismo tecnológico.** Cienc. Cult. vol.60 no.2 São Paulo. 2008.

SILVA, M. M. P. et al., **The use of nanoparticles in wound treatment: a systematic review.** Rev Esc Enferm USP. 2017;51e03272. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1980-220X2016043503272>.

SIQUEIRA, L. C. B., **Biocompósitos P₃HB/nano-HAP para uso na área medicodontológica.** Tese. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. RIO DE JANEIRO. 2016.

STRONCEK, J.D.; BELL, N.; REICHERT, W.M. **Instructional powerpoint presentations for cutaneous wound healing and tissue response to sutures.** Journal os biomedical Materials Research, v.90^a, n.4, p. 1230-1238, 2009.

TAMER, T. M. et al., **MitoQ Loaded Chitosan-Hyaluronan Composite Membranes for Wound Healing.** Academic Open Access Publishing. Materials 2018, 11, 569; doi:10.3390/ma11040569

TIELAS., A. GABRIEL, B. SANTOS, C. GARCIA, D. ALCORTA, J. BLANCHY, M. BLANCO, M. MENES, O. GALVEZ, S. NETO, V.; **Rede de transferência e integração para a aplicação de materiais de alto valor acrescentado à base de nanopartículas no âmbito da indústria SUDOE.** Nanomateriais – Guia para o espaço industrial SUDOE. Portugal. 2014.

VIJAYAKUMAR, V. SAMAL, S. K. MOHANTY, S. NAYAK, S. K. **Recent advancements in biopolymer and metal nanoparticle-based materials in diabetic wound healing management.** International Journal of Biological Macromolecules. Volume 122, 1 February 2019, Pages 137-148. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.10.120>

WIEGAND, C.; HIPLER, U. **Polymer- based Biomaterials as Dressings for Chronic Stagnating Wounds.** Macromolecular. acromolecular SymposiaVolume 294, Issue 2.2010. <https://doi.org/10.1002/masy.200900028>

ÍNDICE REMISSIVO

A

ABS 7, 12, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53

Agitação 1, 2, 4, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 20, 69, 203, 204, 207

Ângulo de inclinação 105, 106, 107, 111, 114

Anidrido maleico 33, 34, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

Aspersão térmica 54, 58, 59, 61, 62, 64, 65, 66

B

Banda larga 87, 94, 95

Blenda PS/PCL 68

C

Cicatrização 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84

Concreto 96, 97, 98, 100, 103, 104, 136, 226, 229, 230, 232, 233, 234, 235, 237, 238, 239

Construção civil 96, 97, 103

D

Desgaste abrasivo 54, 58, 59, 60, 63, 65, 66

E

Ensino 1, 6, 8, 10, 21, 255

F

Feridas 75, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85

Ferrocarbonila 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95

Filme fino 68

Fotodegradação UV 68

I

Impressão 3D 1, 15

Índice de acidez 17, 18, 19, 20, 21

Índice de peróxido 17, 19, 20, 21

M

Materiais absorvedores de radiação eletromagnética 87, 88, 95

Matlab 105, 106, 107

Mecanismo de reação 33, 35, 39

Medicina regenerativa 75, 76, 77, 78, 79, 80, 83, 84

Mistura 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 12, 15, 34, 37, 39, 41, 43, 44, 45, 46, 51, 69, 97, 99, 203, 204

Modificação química 33, 38, 39, 40, 41, 46

N

Nanobiomateriais 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84

O

Óleo de soja 17, 19, 21

Operação unitária 2, 23

P

Painéis solares fixos 105

Polipropileno 96, 97, 99, 104

R

Reciclagem 96, 97, 186, 189, 192, 194

Refletividade 87, 90, 91, 92, 93, 94, 95

Reutilização 17, 18, 19, 96, 186, 189, 191, 194

Revestimentos cerâmicos 54, 55, 56, 60, 67

S

Sedimentação 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32

Separação de partículas 22, 23

Sistemas fotovoltaicos 105, 106

Suspensão 4, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 30, 32, 203, 204

T

Teste de proveta 22, 23, 24

As Engenharias agregando Conhecimento em Setores Emergentes de Pesquisa e Desenvolvimento

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2021

As Engenharias agregando Conhecimento em Setores Emergentes de Pesquisa e Desenvolvimento

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2021