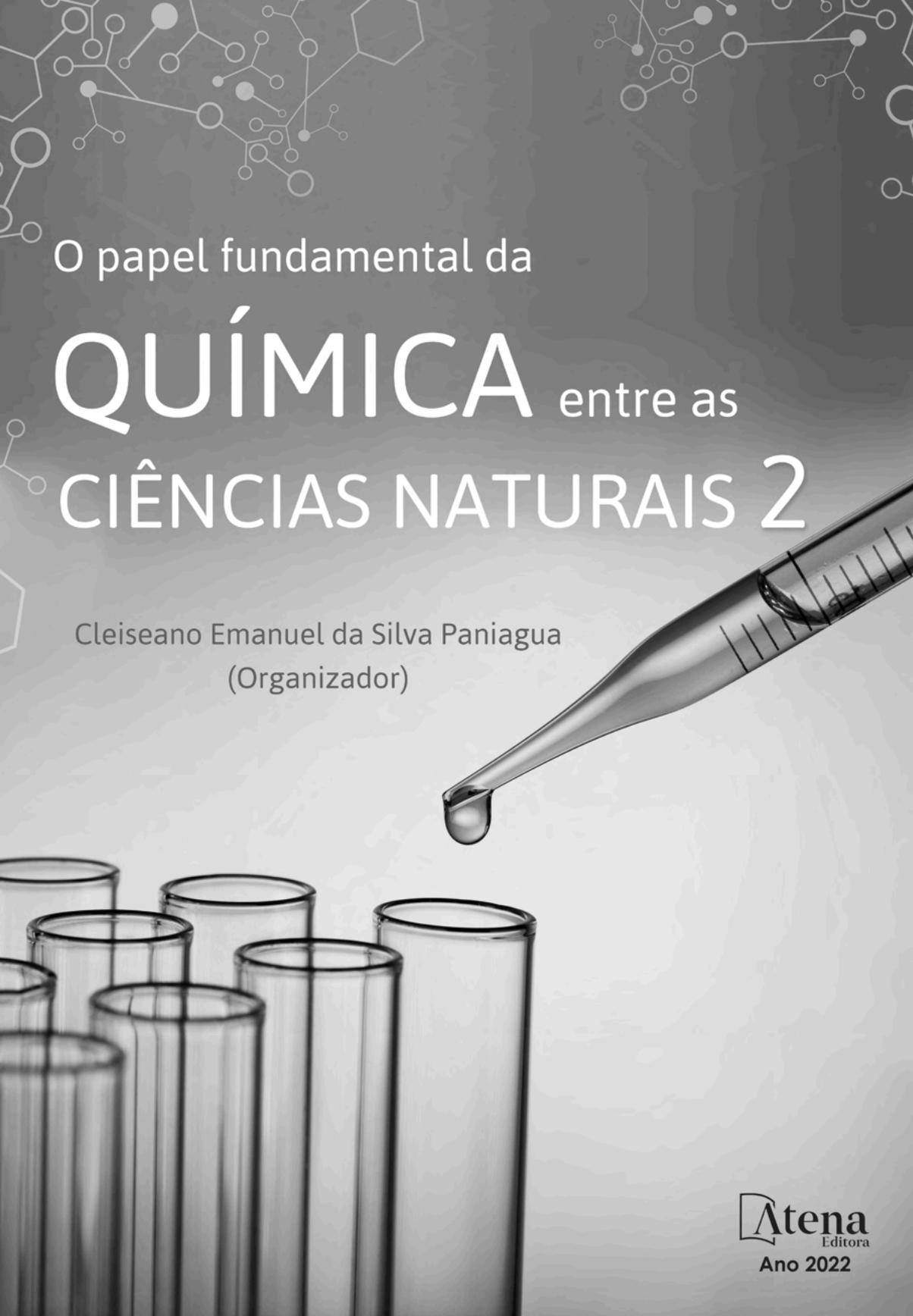
The background features a blue-to-white gradient with faint white chemical structures (molecules and rings) scattered across the top. In the lower half, there is a close-up of a glass dropper with a red liquid drop about to fall into a row of several clear glass test tubes.

O papel fundamental da

# QUÍMICA entre as CIÊNCIAS NATURAIS 2

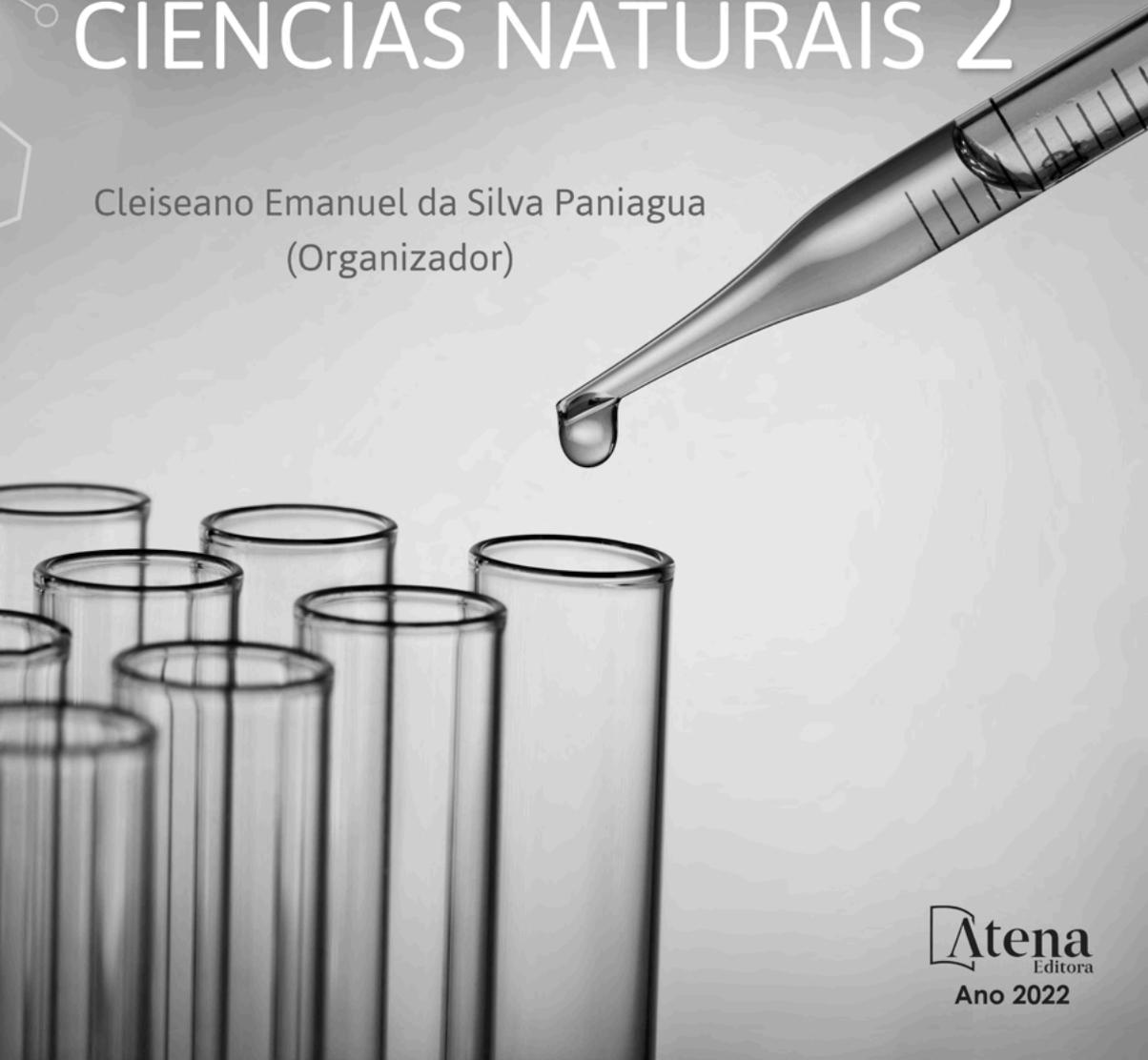
Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
(Organizador)



O papel fundamental da

# QUÍMICA entre as CIÊNCIAS NATURAIS 2

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
(Organizador)



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 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-Não-Derivativos 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 Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

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 Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
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  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
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



## O papel fundamental da química entre as ciências naturais 2

**Diagramação:** Daphynny Pamplona  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P214 O papel fundamental da química entre as ciências naturais  
2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua.  
- Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0027-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.271220604>

1. Química. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva  
(Organizador). II. Título.

CDD 540

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos - CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## 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

O e-book: “O papel fundamental da química entre as ciências naturais 2” é composto por onze capítulos que apresentam trabalhos nas diferentes áreas da química: *i)* teoria e prática no ensino de química; *ii)* química dos produtos naturais; *iii)* química dos materiais; e *iv)* aplicação de novos materiais e biotecnologia para remediação ambiental.

O primeiro capítulo apresenta um trabalho resultante da observação, experiência e desafios enfrentados por discentes do curso de licenciatura em química, frente ao desafio do processo de ensino-aprendizagem de alunos do ensino médio.

O segundo capítulo apresenta um estudo que trata da importância de compostos fenólicos com propriedades antioxidantes, provenientes de frutos que compõem a dieta alimentar de milhares de famílias. Já os capítulos três e quatro apresentam estudos que avaliaram as propriedades físico-químicas de biodiesel provenientes da espécie Ouricuri e das sementes de *Glycine Max* e *Ricinus Communis L.*

Os capítulos de cinco a nove apresentam trabalhos que objetivaram sintetizar, caracterizar e elucidar as inúmeras propriedades de materiais provenientes de fibra de carbono, aminas quirais, fibras de  $TiO_2$  e de bambu funcionalizadas com óxido de ferro; a fim de se avaliar inúmeras propriedades: *i)* catalíticas; *ii)* semicondutoras e luminescentes; *iii)* novas nanoestruturas pela combinação de duas ou mais substâncias químicas; *iv)* preparo de filmes finos biodegradáveis entre outras propriedades que visem a sua aplicação em larga escala, que leve a proporcionar inúmeros benefícios em forma de tecnologia para a sociedade.

O capítulo 10 apresenta um trabalho de revisão no qual se avaliou a eficiência de  $Ag_2WO_4$  como fotocatalisador para a remoção de corantes em matrizes aquosas. Por fim, o capítulo 11 apresenta uma revisão da aplicação da propriedade de bioluminescência da bactéria *Vibrio fischeri* frente à exposição da toxicidade provenientes de inúmeras classes de Contaminantes de Interesse Emergente e seus produtos de transformação provenientes da aplicação de diferentes processos oxidativos avançados em matrizes aquosas.

Diante desta diversidade de trabalhos que abordaram a aplicação de diferentes áreas da química e afins, esta área da ciência demonstra a sua fundamental importância para aperfeiçoar, desenvolver e remediar novos produtos que chegam até o consumo da sociedade e que objetiva melhorar e aumentar a qualidade de vida das pessoas.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **EXPERIÊNCIAS DE INSERÇÃO PROFISSIONAL NO ENSINO DE QUÍMICA: TEORIA E PRÁTICA**

Alan Stampini Benhame de Castro  
Hauster Maximiler Campos de Paula

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2712206041>

### **CAPÍTULO 2..... 12**

#### **IMPORTÂNCIA DOS BIOATIVOS FENÓLICOS COMO ANTIOXIDANTES NATURAIS**

Maria Celeste da Silva Sauthier  
Ana Maria Pinto dos Santos  
Walter Nei Lopes dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2712206042>

### **CAPÍTULO 3..... 23**

#### **AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DAS MISTURAS DE BIODIESEL DE OURICURI E DIESEL DE PETRÓLEO**

Rafaela Gabriel  
João Inácio Soletti  
Sandra Helena Vieira de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2712206043>

### **CAPÍTULO 4..... 35**

#### **TRANSESTERIFICAÇÃO *IN SITU* MEDIADA POR MICRO-ONDAS PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE SEMENTES DE *Glycine max* E *Ricinus communis L.***

Sávio Eduardo Oliveira Miranda  
Sandro Luiz Barbosa dos Santos  
Stanlei Ivair Klein

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2712206044>

### **CAPÍTULO 5..... 45**

#### **A THERMODYNAMIC APPROACH FOR MICROSTRUCTURES WITHIN CARBON FIBERS PRECURSORY MESOPHASE PITCH BASED ON THE MÜLLER-LIU PROCEDURE**

Caio Cesar Ferreira Florindo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2712206045>

### **CAPÍTULO 6..... 53**

#### **RESOLUÇÃO CINÉTICA DINÂMICA DE AMINAS QUIRAIS COM CATALISADOR HETEROGÊNEO DE PALÁDIO SUPORTADO EM DOLOMITA**

Fernanda Amaral de Siqueira  
Renata Costa Zimpeck  
José Carlos Queiroz Arêas  
Larissa Moisés da Silva  
Lívia Yuriko Sawada

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2712206046>

**CAPÍTULO 7..... 64**

OBSERVAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE TUNGSTÊNIO PRESENTE EM FIBRAS DE TiO<sub>2</sub> UTILIZADAS COMO SEMICONDUTORES EM FOTOCATÁLISE HETEROGÊNEA

Luana Góes Soares da Silva  
Annelise Kopp Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2712206047>

**CAPÍTULO 8..... 75**

SÍNTESE DE SEMICONDUTORES DE DIFERENTES COMPOSIÇÕES E SUA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO NA REGIÃO UVA

Luana Góes Soares da Silva  
Annelise Kopp Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2712206048>

**CAPÍTULO 9..... 85**

PREPARAÇÃO DE FILMES FINOS BIODEGRADÁVEIS A BASE DE BAMBU FUNCIONALIZADOS COM ÓXIDO DE FERRO

Viviane Alencar Marques Araújo do Nascimento  
Marcelo Ramon da Silva Nunes  
William Ferreira Alves  
Anselmo Fortunato Ruiz Rodriguez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2712206049>

**CAPÍTULO 10..... 94**

UMA BREVE REVISÃO DO DESEMPENHO DO Ag<sub>2</sub>WO<sub>4</sub> NA REMOÇÃO DE CORANTES EM SOLUÇÃO AQUOSA POR FOTOCATÁLISE

Francisco das Chagas Marques da Silva  
Germano Pereira dos Santos  
Francisco de Assis Araújo Barros  
Geraldo Eduardo da Luz Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.27122060410>

**CAPÍTULO 11..... 104**

UTILIZAÇÃO DA BACTÉRIA *Vibrio fischeri* NA INDICAÇÃO DE TOXICIDADE AGUDA PROVENIENTES DE CONTAMINANTES DE INTERESSE EMERGENTE E SEUS PRODUTOS DE DEGRADAÇÃO AVALIADOS EM DIFERENTES MATRIZES AQUOSAS

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
Valdinei de Oliveira Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.27122060411>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 117**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 118**

# CAPÍTULO 9

## PREPARAÇÃO DE FILMES FINOS BIODEGRADÁVEIS A BASE DE BAMBU FUNCIONALIZADOS COM ÓXIDO DE FERRO

*Data de aceite: 01/03/2022*

*Data de submissão: 07/02/2022*

### **Viviane Alencar Marques Araújo do Nascimento**

Universidade Federal do Acre - UFAC  
Rio Branco – Acre  
<http://lattes.cnpq.br/1206822539769154>

### **Marcelo Ramon da Silva Nunes**

Universidade Federal do Acre - UFAC  
Rio Branco – Acre  
<http://lattes.cnpq.br/8424807035559631>

### **William Ferreira Alves**

Universidade Federal do Acre - UFAC  
Rio Branco – Acre  
<http://lattes.cnpq.br/1312419546878025>

### **Anselmo Fortunato Ruiz Rodriguez**

Universidade Federal do Acre - UFAC  
Rio Branco – Acre  
<http://lattes.cnpq.br/1747170505344631>

**RESUMO:** O objetivo do presente trabalho foi de preparar filmes finos com base de bambu funcionalizado com nanopartículas magnéticas. Foram selecionado o colmo do bambu e aquecido com água por agitação mecânica, lavado e seco em estufa, a solução resultante foi adicionada com etanol/água e licor-fibra, aquecido em um reator e após, sob agitação, em seguida a mistura foi separado por filtração e a polpa lavada com etanol técnico e submetida a uma agitação mecânica, filtrada e lavada com

etanol, a polpa resultado dessa operação é o Carboximetilcelulose (CMC) secado na estufa e branqueado com solução de hipoclorito de sódio. Posteriormente foi realizada a preparação dos filmes finos base de bambu dispersando o CMC em água destilada mais concentrações diferentes de Polietilenoglicol (PEG) 2,5%, 5% e 7,5%, as misturas ficaram em agitação magnética e adicionados nos nanocompósitos o óxido de ferro com 1% e 5%, através de um banho ultrassom as soluções foram misturadas e adicionadas a placa petri para uma secagem completa na estufa incubadora, resultando nos filmes finos funcionalizados com óxido de ferro. Com base nos resultados obtidos foram possíveis obter um fino filme biodegradável a base de matéria-prima (bambu) abundante na região amazônica funcionalizado com nanopartículas magnéticas e o novo material nanoestruturado possui aplicações tecnológicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nanomateriais magnéticos. Polímeros. Nanopartículas. Nanocompósitos. Nanobiotecnologia.

### PREPARATION OF BIODEGRADABLE THIN FILMS BASED ON BAMBOO FUNCTIONALIZED WITH IRON OXIDE

**ABSTRACT** The objective of the present work was to prepare bamboo-based fines functionalized with magnetic nanoparticles. They were added in an oven, selected or fermented and blended from bamboo and prepared by ethanol, prepared by aqueous solution, brewed and added with ethanol, mixed with water, blended and blended. by filtration and pulping with ethanol and ethanol manipulation and ethanol

manufacture, washed and washed with ethanol solution and pulp with operating result is made with Carboxymethylcellulose (MC) dried from cellulose hypochlorite (C). Subsequently, the preparation of bamboo fines was carried out by dispersing in distilled water plus PE other than Polyglycol, 5%, 5%, 7.5% of polyethylene with magnetic base and added to the magnetic and added nanocomposites. 1% and 5% iron, through a bath as mixed solutions and used as complete drying solutions for complete drying in the incubator oven, resulting in the fine iron oxide petroxy films. Based on the results obtained, it was possible to obtain a biodegradable thin film based on raw material (bamboo) abundant in the Amazon region functionalized with magnetic nanoparticles and the new nanostructured material has technological applications.

**KEYWORDS:** Magnetic nanomaterials. Polymers. nanoparticles. Nanocomposites. Nanobiotechnology.

## 1 | INTRODUÇÃO

Um produto ambientalmente funcional com propriedades tecnológicas é o carvão vegetal do bambu, produzido através de colmos de bambu, sendo feito pelo método de ativação química ou física (NISHIOKA; SEN, 2019), e sendo utilizado em purificação de água (KROLOW et al., 2012), ar, aplicações médicas, desodorização, melhoria do solo e em até roupas e toalhas por conta da sua grande área de superfície (NISHIOKA; SEN, 2019).

O carvão vegetal do bambu utiliza-se também no desenvolvimento da sua alta porosidade, na superfície química variável e reatividade (NISHIOKA; SEN, 2019), por isso o carvão vegetal do bambu é usado em muitos setores industriais (KROLOW et al., 2012) como alimentos, farmacêuticos, químico, petróleo e nuclear (NISHIOKA; SEN, 2019).

O bambu é considerado biomassa sustentável por este possuir uma rápida renovação, trazendo vários benefícios e características como a alta condutividade elétrica e também autolubrificante, podendo ser usado para um material de proteção eletromagnética (NISHIOKA; SEN, 2019). Além disso, tem autolubricidade, usado também como material de fricção, assim, trazendo uma série de características benéficas, pois atua em vários campos devido seu curto período de crescimento em comparação com a maioria das espécies de madeira (BARDHAN et al., 2014).

Os compósitos magnéticos oferecem vantagens importantes no desenvolvimento de materiais inovadores em razão das suas excelentes propriedades (XU et al., 2020). Em partículas magnéticas os nanocompósitos magnéticos são obtidos usando fontes biorrenováveis que possuem vantagens significativas comparados aos compósitos convencionais (ATES et al., 2020).

Nanomateriais magnéticos de óxido de ferro nas últimas décadas vem atraindo muitas pesquisas pelo interesse nas suas aplicações com grande potencial magnético, armazenamento, catálise, eletroquímica, diagnósticos médicos e terapêuticos, por conta de suas propriedades magnéticas, físico-químicas e ópticas (SHEN et al., 2014). Por várias rotas sintéticas, a decomposição térmica, hidrotérmica ou solvotérmica fornece melhores

resultados relacionado ao tamanho e morfologia de nanopartículas (ZANCHETTIN, 2020).

Nesse sentido, o objetivo do artigo é a preparação de filmes finos biodegradáveis a base de bambu funcionalizados com óxido de ferro.

## 2 | METODOLOGIA

A metodologia empregada é constituída pela aplicação experimental gerando conhecimentos para aplicações práticas a fim de solucionar o objetivo do artigo.

### 2.1 Procedimentos

A pesquisa se desenvolveu em três etapas, sendo: a primeira, sintetizar o filme fino a base do bambu, na segunda a preparação do filme fino, e a terceira funcionalizar o nanocompósito magnético.

A figura 1 apresenta o fluxograma básico da pesquisa. No qual o objetivo geral é a preparação de filmes finos biodegradáveis a base de bambu funcionalizados com óxido de ferro.



Figura 1. Fluxograma do estudo.

A síntese dos nanocompósitos magnéticos a partir do carvão de bambu tipo Guadua Weber-Baueri Pilger foram realizados por processo solvotérmico. Assim estudou-se os nanocompósitos magnéticos de óxido de ferro a base de bambu para um filme fino biodegradável através da síntese e funcionalização da nanopartícula de óxido de ferro tendo como base os estudos na área.

#### 2.1.1 Preparação do Carboximetilcelulose - CMC

Para obtenção do Carboximetilcelulose (pó do bambu produzido) denominado CMC a partir do bambu foi seguido o método de Machado (2000) com adaptações. Para iniciar, 200 g de colmo do bambu foi colocado em um recipiente com 4 litros de água aquecida a 70°C por uma hora em agitação mecânica para remoção dos compostos inorgânicos e, em seguida, lavado com água fria e secos em estufa a 80°C. Em um reator de aço inoxidável foram adicionados 25 gramas de bambu com uma solução de etanol/água na proporção de 1:1 (v/v) com licor-fibra de 11:1 (v/m).

Primeiramente, o reator foi aquecido a temperatura de 190°C e posteriormente

deixou-se reagir por uma hora sob agitação constante. Em seguida o reator foi resfriado e a mistura foi separada por filtração em funil e a polpa lavada com etanol técnico. Em seguida a polpa foram colocadas em um bquer de 500mL de capacidade juntamente com 200 ml de etanol e mantida sob agitação mecânica moderada durante 30 minutos, em seguida filtrada e lavada com etanol. A polpa seca em estufa com circulação de ar a 50°C. Por fim, o CMC foi branqueado com solução de hipoclorito de sódio.

A figura 2 apresenta o esquema da preparação do CMC conforme mencionado.

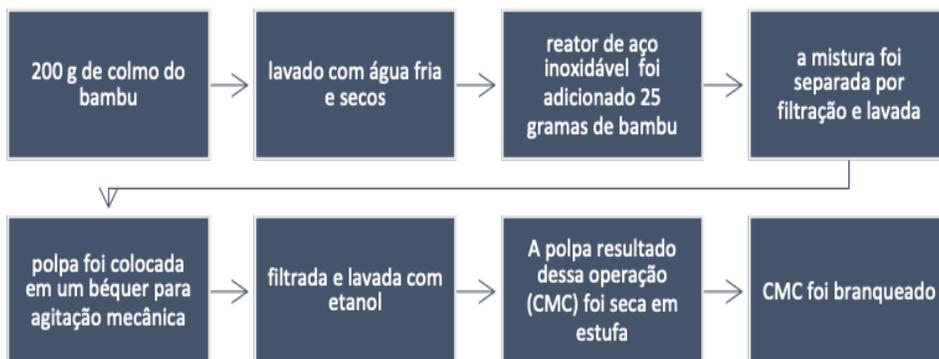


Figura 2. Esquema da preparação do CMC.

### 2.1.2 Síntese da Nanopartícula de Ferro

As Np-Fe foram sintetizadas utilizando um método adaptado de coprecipitação de íons  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Fe}^{2+}$  em meio básico (KAUR et al., 2014). Foram preparadas previamente soluções de sulfato de ferro II ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) (0,02 M) e Cloreto de Ferro III ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) (0,04 M) com água destilada, na proporção de 1:2 ( $\text{Fe}^{2+}:\text{Fe}^{3+}$ ) e misturadas com agitador mecânico a 500 rpm, IKA RW 20, por 5 minutos, até que se observou a completa solubilização.

Transcorridos esse tempo, uma solução de hidróxido de sódio 0,16 M foi adicionada instantaneamente ao sistema, no qual foram possíveis observar a mudança de coloração de laranja para preto, imediatamente. O sistema foi agitado por mais 15 minutos e logo em seguida a suspensão foi sonicada por 3 minutos, com 30% de amplitude e um pulso a cada segundo.

A figura 3 apresenta o esquema da síntese da nanopartícula de ferro realizada.

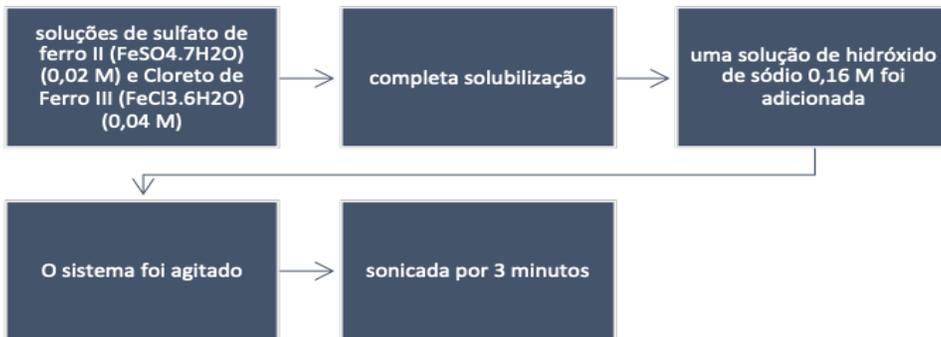


Figura 3. Esquema da síntese da nanopartícula de ferro.

## 2.2 Material e métodos

Os materiais utilizados estão descritos conforme tabela 1.

MATERIAIS	DESCRIÇÃO
Carboximetilcelulose	CMC produzido do bambu
Polietilenoglicol 6000 P.A.	PEG, MM = 600 g mol <sup>-1</sup>
Água destilada (H <sub>2</sub> O)	Utilizado para a preparação
Óxido de ferro	F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - nanopartícula magnética (NPM)
Agitador magnético	Para homogeneizar as soluções
Estufa incubadora (Quimis)	Para secagem
Banho ultrassom (Quimis).	Para dissolução do óxido de ferro nas soluções

**Tabela 1.** Materiais e descrição.

Os Métodos utilizados foram para preparar os seis nanocompósitos para funcionalizar com óxido de ferro (NPM) 1% (a) e 5% (b): a solução com 0,5 g de CMC, 2,5 % m/m de PEG com dispersão de 25ml de H<sub>2</sub>O para os filmes 1 e 2, a solução com 0,5 g de CMC, 5 % m/m de PEG com dispersão de 25ml de H<sub>2</sub>O para os filmes 3 e 4; e a solução com 0,5 g de CMC, 7,5 % m/m de PEG com dispersão de 25ml de H<sub>2</sub>O para os filmes 5 e 6.

As misturas ficaram em agitação magnética por 24h, após a agitação os nanocompósitos foram preparados com a adição do óxido de ferro (NPM) depositando 1% para os filmes assim designados, 1,3 e 5 e 5% para os filmes 2,4 e 6 no banho ultrassom por 1h, as soluções foram adicionadas sobre as placas de petri (dimensão 90x15 mm vidro neutro com tampa de fundo plano), os seis filmes ficaram 72h na estufa incubadora a 45° C até a completa secagem com espessuras de 5x10<sup>5</sup>nm.

A figura 4 apresenta o fluxograma da preparação dos filmes finos com a adição de NPM.



Figura 4. Fluxograma da preparação dos filmes fino com a NPM.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Filmes a base de bambu funcionalizados com óxido de ferro

Os resultados obtidos da preparação dos filmes finos biodegradáveis a base de bambu funcionalizados com óxido de ferro está presente na figura 5. Foi preparado os filmes com CMC e as concentrações do polímero PEG (derivado do petróleo) e funcionalizando com as nanopartículas magnéticas (óxido de ferro).

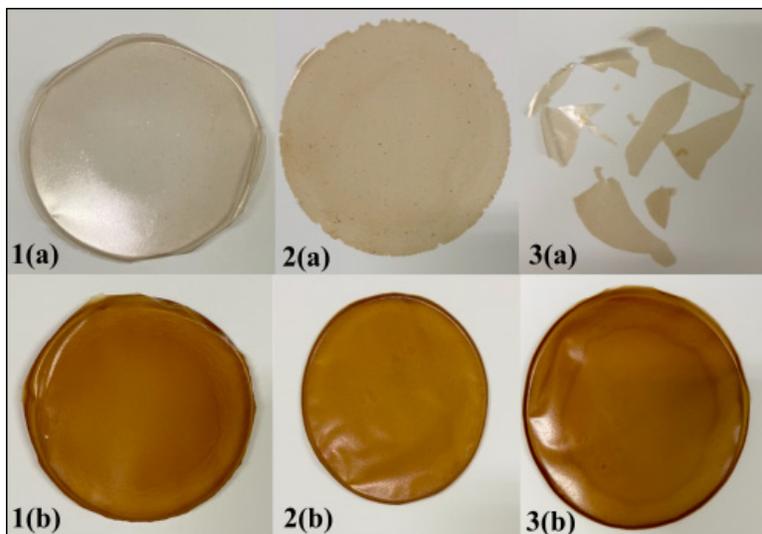


Figura 5. Filmes finos biodegradáveis a base de bambu funcionalizados com óxido de ferro. **1(a)** 0,5g CMC, 2,5% PEG e 1% de NPM; **2(a)** 0,5g CMC, 5% PEG e 1% de NPM; **3(a)** 0,5g CMC, 7,5% PEG e 1% de NPM; **1(b)** 0,5g CMC, 2,5% PEG e 5% de NPM; **2(b)** 0,5g CMC, 5% PEG e 5% de NPM; e **3(b)** 0,5g CMC, 7,5% PEG e 5% de NPM.

Na preparação as soluções dos nanocompósitos foram adicionadas sobre as placas de petri com dimensão 90x15 mm vidro neutro com tampa de fundo plano e após a completa secagem obteve-se a espessura de 5x105nm.

Observa-se na figura 5 que os filmes 1(a), 2(a) e 3(a) utilizando as NPM de 1% apresentaram dispersão mais homogênea das NPM sobre a matriz polimérica. A adição do PEG 2,5%, 5% tornou o filme mais resistente e maleável, porém a adição de 7,5% de PEG o tornou bem quebradiço. Para os filmes 1(b), 2(b) e 3(b) utilizando as NPM de 5% constata-se que o nanocompósito magnéticos está pouco homogêneo com a mistura do óxido de ferro. Entretanto na presença do PEG 2,5%, 5% e 7,5%, este apresentou maior resistência.

Preparou-se o CMC com o polímero derivado do petróleo o PEG em três concentrações 2,5% 5% e 7,5% e observou-se que o PEG os tornou filmes mais resistentes e maleáveis e não quebradiços. Assim os filmes finos biodegradáveis a base de bambu funcionalizados com óxido de ferro preparados com o CMC, PEG (2,5%, 5% e 7,5%) e óxido de ferro (5%) foi o que apresentou as melhores características na sua síntese observando os resultados obtidos (ver figura 5 1(b), 2(b) e 3(b)).

Wu, He e Jiang (2008) afirma que a síntese de nanopartículas de oxido de ferro apresenta sínteses eficientes com produções estáveis, biocompatíveis, monodispersos com forma controlada e alta qualidade. Assim a síntese envolverá oxidação controlada de Fe3O4 (óxido de ferro) e no processo solvotérmico íons serão adicionados a uma solução contendo uréia, acetato ou citrato de sódio conforme orientado por Giese (2018).

## 4 | CONCLUSÃO

Conclui-se que a preparação do filme fino a base do bambu funcionalizado com Nanopartículas Magnéticas é uma linha de pesquisa que procura experimentar um acentuado desenvolvimento, tanto na pesquisa tecnológica como no desenvolvimento de nanomateriais cada vez mais eficazes e seletivos, essenciais para o crescimento da nanobiotecnologia e energia.

Foi possível obter um fino filme biodegradável a base de matéria-prima abundante na região amazônica (bambu) funcionalizado com nanopartículas magnéticas. O fino filme biodegradável a base de matéria-prima abundante na região amazônica (bambu), observou-se que a utilização do PEG tornou o filme mais resistente e maleável para acrescentar o óxido de ferro e realizar análises com as nanopartículas magnéticas.

Os filmes finos biodegradáveis a base de bambu funcionalizados com óxido de ferro preparados nesta pesquisa passou por caracterizações sendo elas: os padrões de difração de raios-X (DRX) que possibilitou ver a cristalinidade do material, verificar a fase magnética e calcular o diâmetro da nanopartícula, a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) que permitiu obter informações das superfícies de várias amostras, Potencial Zeta onde foi determinado a carga elétrica na interface ou superfície da partícula assim como do diâmetro hidrodinâmico das nanopartículas, a Termogravimetria (TGA) onde, realizou-se os ensaios térmicos para o material, a Citotoxicidade verificando as alterações celulares, a tração para verificação da resistência, índice de refração e Energia Dispersiva (EDS) que forneceu uma análise de assinatura de absorção.

Assim, o material é um grande potencial para aplicações tecnológicas nas diversas áreas como, energia com aplicações em células solares e na saúde em aplicação como a citotoxicidade colocando o material direto e indiretamente em contato com uma cultura de células.

## 5 | REFERÊNCIAS

ATES, B. et al. **Chemistry, Structures, and Advanced Applications of Nanocomposites from Biorenewable Resources**. Chemical Reviews, 2020. Doi: 10.1021/acs.chemrev.9b00553.

BARDHAN, S. K., FATHIMA, B. S., MOHAN, B. R., & PANT, K. K. (2014). **Synthesis and Characterization of Bamboo Charcoal-silver Composites with High Antibacterial Efficacy**. Procedia Materials Science, 5, 558–566. doi:10.1016/j.mspro.2014.07.300.

GIESE, Ellen Cristine. **Síntese de nanopartículas de óxido de ferro**. Série Tecnológica Ambiental, 103, p. 33. Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2018. ISBN 978-85-8261-089-3.

KAUR, R. et al. **Synthesis and surface engineering of magnetic nanoparticles for environmental cleanup and pesticide residue analysis: A review**. Journal of Separation Science, vol. 37, p. 1805 – 1825, 2014.

KROLOW, M. Z., HARTWIG, C. A., LINK, G. C., RAUBACH, C. W., PEREIRA, J. S. F., PICOLOTO, R. S., ... MESKO, M. F. (2012). **Synthesis and Characterisation of Carbon Nanocomposites**. NanoCarbon 2011, 33–47. doi:10.1007/978-3-642-31960-0\_2

MACHADO, Gilmara de Oliveira. **Preparação e caracterização de CMC e CMC graftizada**. 2000. 101 p. Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo, Instituto de Química de São Carlos. São Carlos-SP, 2000.

NISHIOKA, H., & SEN, T. K. **Solvothermal Synthesis and Characterization of Magnetic Bamboo Charcoal (BC) Nanocomposites**. Journal of The Institution of Engineers (India): Series E, 2019. Doi: 10.1007/s40034-019-00142-4.

SHEN, M., YU, Y., FAN, G. et al. **The synthesis and characterization of monodispersed chitosan coated Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles via a facile one-step solvothermal process for adsorption of bovine serum albumin**. Nanoscale Res Lett 9, 296 (2014). <https://doi.org/10.1186/1556-276X-9-296>

WU, W., HE, Q., & JIANG, C. **Magnetic Iron Oxide Nanoparticles: Synthesis and Surface Functionalization Strategies**. Nanoscale Research Letters, 3(11), 397–415, 2008. Doi: 10.1007/s11671-008-9174-9.

XU, W., et al. **Preparation, characterization, and application of levan/montmorillonite biocomposite and levan/BSA nanoparticle**. Carbohydrate Polymers, 234, 115921, 2020. Doi: 10.1016/j.carbpol.2020.115921.

ZANCHETTIN, Gabriela. **Síntese solvotérmica assistida por micro-ondas de nanopartículas de Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> e Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/TiO<sub>2</sub> e avaliação do potencial catalítico**. 2020. 78 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Florianópolis-SC, 2020.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Absorção 73, 75, 76, 83, 92

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) 23

Alaranjado de metila 64, 65, 67, 70, 71, 73, 75, 77, 78, 79, 80, 83, 94, 96, 98, 99, 100

Aminas quirais 53, 63

Antioxidantes 12, 14, 15, 20, 25

Atividade fitoquímica 13

Azul de metileno 94, 96, 98, 100

### B

Bambu 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92

Band gap 65, 67, 72, 73, 77, 80, 83, 95

Bioativos 12, 14, 15, 20

Biodegradável 85, 87, 92

Biodiesel 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 62

### C

Carboximetilcelulose (CMC) 85

Catalisador 24, 27, 35, 36, 39, 42, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 68, 95

Catálise homogênea 36

Combustível 23, 24, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 33

Conhecimento químico 1, 10

Corante 64, 65, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 83, 84, 97, 98, 99, 100

### D

Densidade 14, 23, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 33

Dióxido de Titânio (TiO<sub>2</sub>) 64

Dolomita 53, 56, 57, 61, 63

### E

Electrospinning 64, 65, 66, 68, 71, 72, 74, 75, 77, 78, 82

Ensino aprendizagem 1

Ensino de química 1

Entropia 45

Estágio supervisionado 1, 2, 6, 11

## F

Fenólicos 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20  
Fibras de carbono 45  
Filmes finos 85, 87, 89, 90, 91, 92  
Formação de professores 1, 4  
Fotoatividade 65, 72, 73, 74, 75, 80, 83, 84, 100  
Fotocatálise heterogênea 64, 65, 72, 95  
Fotodegradação 64, 94, 99, 100  
Fotoestável 94, 98  
Fotorreação 95

## L

Luminescência 76, 77, 80, 81  
Luz 15, 18, 67, 68, 71, 73, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 94, 95, 102, 103

## M

Microestruturas 45  
Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET) 53, 57  
Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) 64, 69, 70, 75, 79, 92

## N

Nanocompósitos 85, 86, 87, 89, 91  
Nanomateriais 64, 65, 73, 85, 86, 92  
Nanotecnologia 65

## O

Óleo diesel 23, 24, 25  
Óleo vegetal 33, 35, 36, 39, 43  
Ouricuri 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34  
Óxido de ferro 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92

## P

Paládio 53, 55, 56, 61, 63  
Piche mesofásico 45  
Polietilenoglicol (PEG) 85  
Polímeros 85  
Poluição ambiental 95

Propriedades ópticas 64, 72, 75

Propriedades terapêuticas 12, 20

## **R**

Radiação eletromagnética 76

Reflectância 76

Remediação 95, 97, 98, 99, 117

Resolução cinética dinâmica (RCD) 53, 54

Rodamina B 98, 99

## **S**

Semicondutor 95

## **T**

Teoria mesoscópica 45

Termodinâmica 45

Transesterificação 24, 27, 35, 36, 37, 38, 39, 42, 43, 44

Transmissão 53, 57, 76

Tungstênio 64, 72, 73, 75, 80, 83

## **V**

Viscosidade 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33

O papel fundamental da

# QUÍMICA entre as CIÊNCIAS NATURAIS 2

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

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

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



  
Atena  
Editora  
Ano 2022

O papel fundamental da

# QUÍMICA entre as CIÊNCIAS NATURAIS 2

🌐 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

✉ [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

📷 @atenaeditora

📘 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

