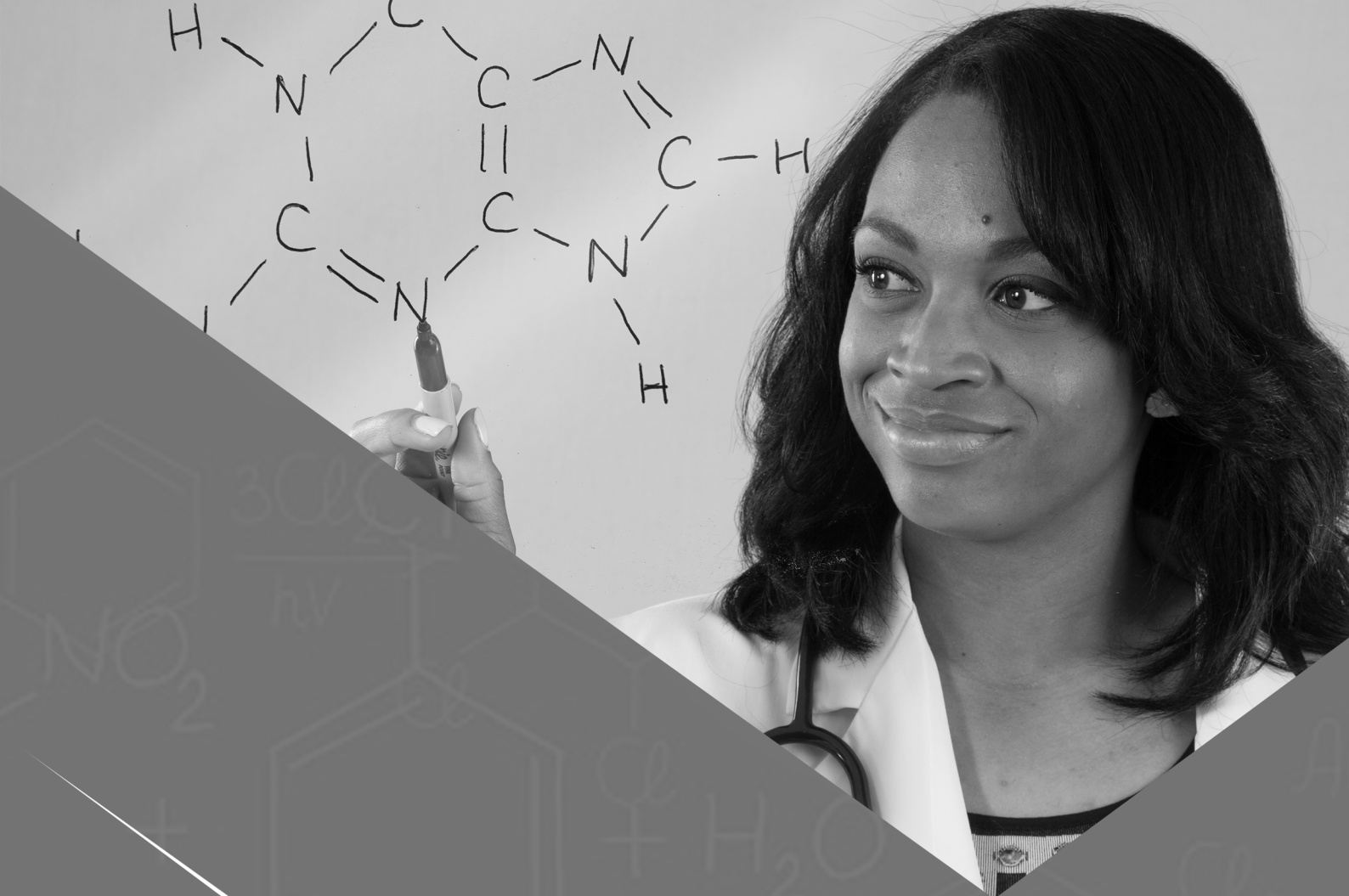


**Atena**  
Editora  
Ano 2020

Carmen Lúcia Voigt  
(Organizadora)

# Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química 2



**Atena**  
Editora  
Ano 2020

Carmen Lúcia Voigt  
(Organizadora)

# Atividades de Ensino e de Pesquisa em Química 2

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Geraldo Alves

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco



Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

A872 Atividades de ensino e de pesquisa em química 2 [recurso eletrônico]  
/ Organizadora Carmen Lúcia Voigt. – Ponta Grossa, PR: Atena  
Editora, 2019. – (Atividades de Ensino e de Pesquisa em  
Química; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-929-5

DOI 10.22533/at.ed.295201701

1. Química – Pesquisa – Brasil. I. Voigt, Carmen Lúcia. II. Série.  
CDD 540

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

## APRESENTAÇÃO

O ensino é o processo de construção do saber com a apropriação do conhecimento historicamente produzido pela humanidade. A Química representa uma parte importante de todas as ciências naturais, básicas e aplicadas. O Ensino de Química contribui para formação de cidadãos conscientes, ou seja, ensinar Química com um intuito primordial de desenvolver a capacidade de participar criticamente nas questões da sociedade. A abordagem aplicada em sala de aula deve conter informações químicas fundamentais que forneçam uma base para participação nas decisões da sociedade, cômicos dos efeitos de suas decisões.

Assim, este e-book possui vários trabalhos selecionados que abordam o Ensino de Química, utilizando metodologias e ferramentas facilitadoras do processo de ensino-aprendizagem. Além destes trabalhos, são apresentados neste volume Pesquisas em Química.

A pesquisa é o processo de materialização do saber a partir da produção de novos conhecimentos baseando-se em problemas emergentes da prática social. As pesquisas em Química abrangem diversas outras áreas do conhecimento, podendo estar relacionadas ao avanço tecnológico, otimização de técnicas e processos, melhoria de produtos, entre outros.

Este e-book traz para você leitor uma oportunidade de aperfeiçoar seus conhecimentos em relação ao Ensino de Química e às Pesquisas em Química, fortalecendo ações de ensino-aprendizagem para aplicação em sala de aula, assim como abrindo novos horizontes sobre sínteses, processos e propriedades de produtos para aplicação em benefício da sociedade e meio ambiente.

Bons estudos.

Carmen Lúcia Voigt

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
BARALHO DA TABELA PERIÓDICA: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DAS PROPRIEDADES PERIÓDICAS DA TABELA PERIÓDICA	
João M. L. Rocha Francisco C. S Neto Thaylon R. Silva Ruan R. C Nascimento Elismar A. Brito Roosman Q. Barreira Endyorry B. Oliveira Tatiani da Luz Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
JOGO DIDÁTICO COMO FERRAMENTA FACILITADORA DO ENSINO DE QUÍMICA PARA ALUNOS DO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO	
Amanda Resende Torres Maria Rosa Galvão Pires Neta Rosana Mendes de Matos Privado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>27</b>
FLUORESCÊNCIA: EM BUSCA DE UM APRENDIZADO MAIS DINÂMICO E COMPREENSÍVEL	
Jailson Silva Damasceno Nazaré Souza Almeida Ziran Cardoso Balieiro Adriana Lucena de Sales Emmanuele Maria Barbosa Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
QUÍMICA DOS CARBOIDRATOS: ESTUDO DAS FUNÇÕES BIOLÓGICAS E ASSOCIAÇÃO COM O BEM ESTAR COMO PROPOSTA DE ENSINO	
Jailson Silva Damasceno Nazaré Souza Almeida Manoela dos Santos Assunção Adriana Lucena de Sales	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>44</b>
UTILIZAÇÃO DO GÊNERO PALAVRAS CRUZADAS NO ENSINO DE QUÍMICA GERAL	
Natália Eduarda da Silva, Natali Eduarda da Silva Felipe Ferreira da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017015</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>48</b>
PRODUÇÃO DE PAPEL INDICADOR ÁCIDO-BASE A PARTIR DO EXTRATO DE REPOLHO ROXO	
Diego Rodrigues de Carvalho Caroline França Agostinho Yasmin Paiva da Silva Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017016</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>60</b>
MANUSEIO E ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS: DIAGNOSTICANDO CONHECIMENTOS	
Juracir Francisco de Brito Angélica de Brito Sousa Laisse Cristine de Sousa Darlisson Slag Neri Silva Hudson de Carvalho Silva Jardel Meneses Rocha José Milton Elias de Matos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017017</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>72</b>
PERFIL DE LEITORES NO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO (UFMA) – CAMPUS GRAJAÚ	
Maria Rosa Galvão Pires Neta Amanda Resende Torres Camila Jorge Pires Rosana Mendes de Matos Privado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017018</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>81</b>
SÍNTESE E FATORES QUE AFETAM O COMPORTAMENTO ASSOCIATIVO DE POLÍMEROS TERMOVISCOSIFICANTES	
Nívia do Nascimento Marques Rosângela de Carvalho Balaban	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2952017019</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>100</b>
SÍNTESE DE COMPOSTOS HÍBRIDOS CHALCONAS-DIPIRIDINONAS VIA REAÇÃO DE HUISGEN	
Eduardo Bustos Mass Dennis Russowsky	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29520170110</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>113</b>
ESTUDO DA PRODUÇÃO DE CELULASES POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO UTILIZANDO CASCA DE CACAU E BAGAÇO DE CANA COMO SUBSTRATO	
Isabela NascimentoTavares Ferreira Viviane Marques de Oliveira Iara Rebouças Pinheiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29520170111</b>	



**CAPÍTULO 12 ..... 123**

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MICROESFERAS DE QUITOSANA: UM ESTUDO PARA LIBERAÇÃO DE FÁRMACOS ANTI-INFLAMATÓRIOS**

Maria Helena de Sousa Barroso  
Michelle Lemes Pereira  
Karla da Silva Malaquias

**DOI 10.22533/at.ed.29520170112**

**CAPÍTULO 13 ..... 140**

**PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE BIOCAMPÓSITOS À BASE DE QUITOSANA E HIDROXIAPATITA PARA APLICAÇÕES NA ENGENHARIA TECIDUAL ÓSSEA**

Adonias Almeida Carvalho  
Ricardo Barbosa de Sousa  
Jean Claudio Santos Costa  
Mariana Helena Chaves  
Edson Cavalcanti da Silva Filho

**DOI 10.22533/at.ed.29520170113**

**CAPÍTULO 14 ..... 151**

**OTIMIZAÇÃO DE PROCESSAMENTO DE COMPONENTES AERONÁUTICOS FABRICADOS EM COMPÓSITOS POLIMÉRICOS VIA ESTUDOS REO-CINÉTICOS**

Michelle Leali Costa  
Mirabel Cerqueira Rezende  
Edson Cochieri Botelho

**DOI 10.22533/at.ed.29520170114**

**CAPÍTULO 15 ..... 166**

**DECOMPOSIÇÃO DE FOSFONATOS: USO COMO INICIADORES CATALÍTICOS DE POLIMERIZAÇÃO**

Rafael O. Figueiredo

**DOI 10.22533/at.ed.29520170115**

**CAPÍTULO 16 ..... 172**

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICAS E BIOLÓGICAS DOS ÁCIDOS HÚMICOS E SEUS EFEITOS EM PLANTAS**

Tadeu Augusto van Tol de Castro  
Débora Fernandes da Graça Mello  
Orlando Carlos Huertas Tavares  
Thainá Louzada dos Santos  
Danielle França de Oliveira  
Octavio Vioratti Telles de Moura  
Hellen Fernanda Oliveira da Silva  
Anne Caroline Barbosa de Paula Lima  
Tamiris Conceição de Aguiar  
Lucas de Souza da Silva  
Raphaella Esterque Cantarino  
Andrés Calderín García

**DOI 10.22533/at.ed.29520170116**

<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>189</b>
ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS DE <i>Eugenia astringens</i> CAMBESS. ANÁLISE QUANTITATIVA (CG-EM) E POTENCIAL BIOLÓGICO	
Alaide de Sá Barreto Glaucio Diré Feliciano Patrícia Reis Pinto Taiane Borges Machado Silva Marcelo Raul Romero Tappin Rafaella Cruz de Azevedo Silva Adélia Maria Belem Lima Marcelo da Costa Souza.	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29520170117</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>201</b>
PROCESSAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE MEMBRANAS ANISOTRÓPICAS POROSAS DE POLICARBONATO/SEPIOLITA	
Nayara Conti Costa Caio Marcio Paranhos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29520170118</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>209</b>
SECAGEM DE POLPA DE PITANGA - ANÁLISE DO DESEMPENHO DO SECADOR POR ATOMIZAÇÃO COMPARATIVAMENTE AO SECADOR DE LEITO DE JORRO	
Amanda Beatriz Monteiro Lima Emanuelle Maria de Oliveira Paiva Yuri Souza Araújo Maria de Fátima Dantas de Medeiros	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29520170119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>219</b>
PROPRIEDADES MECÂNICAS DE FILMES DE AMIDO/QUITOSANA ADICIONADOS DE ÁCIDO CÍTRICO	
Renata Paula Herrera Brandelero Alexandre da Trindade Alfaro Evandro Martin Brandelero	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29520170120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>227</b>
PROPRIEDADES MECÂNICAS E ESTRUTURAIS DE FILMES À BASE DE ACETATO DE CELULOSE INCORPORADOS COM DIFERENTES ARGILAS	
Pedro Augusto Vieira de Freitas Taíla Veloso de Oliveira Nelson Soares Júnior Nilda de Fátima Ferreira Soares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29520170121</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>238</b>
ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA APLICADO ÀS CARACTERÍSTICAS DO RIO CACHOEIRA NO TRECHO ILHÉUS – ITABUNA NO ESTADO DA BAHIA: UMA DISCUSSÃO SOBRE MONITORAMENTO AMBIENTAL	
Arthur Lima Machado de Santana	

Alice Guerra Macieira Macêdo  
Andreza Bispo dos Santos  
Mauro de Paula Moreira

**DOI 10.22533/at.ed.29520170122**

**CAPÍTULO 23 ..... 249**

**DETERMINAÇÃO DE CÁDMIO EM HORTALIÇAS COMERCIALIZADAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM DO PARÁ**

Sara Emily Teixeira de Souza  
Charles Miller de Souza Borges  
Rafael Gonçalves Pontes  
Kelly das Graças Fernandes Dantas

**DOI 10.22533/at.ed.29520170123**

**CAPÍTULO 24 ..... 256**

**ANÁLISES DE PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DE POLPAS IN NATURA DE “BACURI, CUPUAÇU E GRAVIOLA” COMERCIALIZADAS NOS MERCADOS MUNICIPAIS DE SÃO LUÍS - MA**

Sayna Kelleny Peixoto Viana  
Ítalo Prazeres da Silva  
Isabel Azevedo Carvalho  
Viviane Correa Silva Coimbra

**DOI 10.22533/at.ed.29520170124**

**CAPÍTULO 25 ..... 267**

**DETERMINAÇÕES SENSORIAIS, FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE ÁGUAS DE BEBEDOUROS DO CAMPUS PAULO VI DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA**

Fabrcia Fortes dos Santos  
Ítalo Prazeres da Silva  
Vívian Freire Barbosa Penha Freire  
Viviane Correa Silva Coimbra

**DOI 10.22533/at.ed.29520170125**

**CAPÍTULO 26 ..... 278**

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DE CACHAÇAS ARTESANAIS E TIQUIRA COMERCIALIZADAS EM SÃO LUÍS-MA**

Maria Laryssa Costa de Jesus  
Ítalo Prazeres da Silva  
Danilo Cutrim Bezerra  
Nancyleni Pinto Chaves Bezerra  
Viviane Correa Silva Coimbra

**DOI 10.22533/at.ed.29520170126**

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 289**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 290**

## PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE BIOCOMPÓSITOS À BASE DE QUITOSANA E HIDROXIAPATITA PARA APLICAÇÕES NA ENGENHARIA TECIDUAL ÓSSEA

Data de aceite: 05/12/2019

### **Adonias Almeida Carvalho**

Instituto Federal do Piauí – IFPI (Campus Piripiri)  
Piripiri – Piauí

### **Ricardo Barbosa de Sousa**

Instituto Federal do Tocantins – IFTO (Campus Araguaína)  
Araguaína – Tocantins

### **Jean Claudio Santos Costa**

Universidade Federal do Piauí – UFPI  
Teresina – Piauí

### **Mariana Helena Chaves**

Laboratório de Produtos Naturais  
Universidade Federal do Piauí – UFPI  
Teresina – Piauí

### **Edson Cavalcanti da Silva Filho**

Laboratório Interdisciplinar de Materiais Avançados  
Universidade Federal do Piauí – UFPI  
Teresina – Piauí

**RESUMO:** Os biocompósitos são uma classe de materiais estruturais oriundos da combinação de dois ou mais materiais componentes, visando aperfeiçoar suas propriedades, tal como a combinação da quitosana com a hidroxiapatita. Foram realizadas buscas por depósitos de patentes nas bases *European Patent Office* (EPO), *United States Patent and*

*Trademark Office* (USPTO) e Instituto Nacional de Propriedade Industrial do Brasil (INPI) e de artigos na *Web of Science*, com coleta de dados no mês de outubro de 2019. A China foi o país que mais publicou artigos científicos e mais depositou patentes. O depósito de patentes se destacou a partir de 2007 e as publicações de artigos a partir de 2009. A área de Ciência de Materiais se destacou com artigos publicados sobre o tema. A classificação de patente mais abundante foi à classe A61 relacionada a finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas).

**PALAVRAS-CHAVE:** Biocompósito. Hidroxiapatita. Quitosana.

### TECHNOLOGICAL PROSPECTION CHITOSAN AND HYDROXYAPATITE-BASED BIOCOMPOSITES FOR BONE TISSUE ENGINEERING PURPOSES

**ABSTRACT:** Biocomposites are a class of structural materials derived from the combination of two or more component materials, aiming to perfect the properties, such as by combining chitosan to hydroxyapatite. Researches were made for patent deposits at the European Patent Office (EPO), United States Patent and Trademark Office (USPTO) and National Institute of Industrial Property of Brazil (INPI) and articles in the Web of Science, with data

collection in the month of October of 2019. China was the country that most published scientific articles and more deposited patents. The patent filing stood out from 2007 and the publications of articles from 2009. Materials Science area stood out with published articles on the subject. The most abundant patent classification was Class A61 related to medical, dental or hygienic purposes.

**KEYWORDS:** Biocomposite. Hydroxyapatite. Chitosan.

## 1 | INTRODUÇÃO

A engenharia de tecidos aplicada à substituição e/ou regeneração óssea tem se revelado uma área promissora como alternativa para contornar limitações de terapias convencionais, a fim de solucionar problemas relacionados à maior incidência de doenças que causam perda de massa óssea, como infecções, tumores e traumas, à escassez de doadores e possibilidade de rejeição no uso clínico de enxertos ósseos (FRAGAL et al., 2016; RIBEIRO et al., 2015). Associando-se princípios da engenharia e biologia, com o intuito de recriar ou reparar tecidos danificados, a demanda pelo desenvolvimento de uma variedade de biomateriais, naturais e sintéticos, ativos funcionalmente, tem sido crescente. A escolha de um polímero com propriedades físico-químicas e biocompatibilidade adequadas é uma etapa crítica para aplicações na engenharia de tecidos (RAINA et al., 2016).

Entre estes polímeros, tem se dado atenção a polímeros naturais, tais como a quitosana, [ $\beta$ -(1-4)-2-amino-2-desoxi-D-glicose], que é um polissacarídeo catiônico obtido pela desacetilação de unidades monoméricas da quitina (N-acetil-D-glucosamina), a qual é um dos polissacarídeos mais abundantes encontrados na natureza. A quitina é encontrada no exoesqueleto de crustáceos, em especial artrópodes marinhos como camarão, lagosta e caranguejos, além de várias espécies de insetos, sendo, portanto, considerada um produto oriundo de fontes renováveis (JEONG et al., 2017; CAZÓN et al., 2017).

Nas últimas décadas, a quitosana tem sido amplamente investigada e utilizada por suas aplicações clínicas e biomédicas associadas à sua biodegradabilidade, biocompatibilidade, biofuncionalidade e não-toxicidade. É amplamente empregada na fabricação de curativos, como agente hemostático, em sistemas para liberação controlada de fármacos, como agente antimicrobiano, potencial conservante de alimentos e na engenharia de tecidos (RADHAKUMARY; ANTONY; SREENIVASAN, 2011).

Embora apresente todas as vantagens, anteriormente mencionadas a quitosana não possui resistência mecânica adequada para aplicações na engenharia tecidual óssea, sendo, portanto, promissora sua combinação com biocerâmicas como a hidroxiapatita. A hidroxiapatita,  $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$ , é um material bioativo



popular utilizado no tratamento de danos e defeitos ósseos. É uma biocerâmica biocompatível, biodegradável, não-tóxica e que estimula o crescimento ósseo, em especial por osteocondução, contribuindo para a otimização da fixação de implantes. Possui similaridade à apatita biológica presente em ossos e dentes, podendo ser natural ou sintética, esta última sendo sintetizada na razão Ca/P = 1,67, que favorece os mecanismos de crescimento ósseo. Uma grande vantagem da utilização de hidroxiapatita na engenharia do tecido ósseo é que além de biocompatibilidade com os tecidos duros, como o tecido ósseo, há biocompatibilidade com tecidos moles como a gengiva, pele e músculos (IBRAHIM et al., 2017; RIBEIRO et al., 2015). Além da sua utilização na engenharia do tecido ósseo, a hidroxiapatita e outros fosfatos de cálcio tem utilização vasta no revestimento de próteses e como cimentos em procedimentos de restauração dentária (SANTOS; OSAJIMA; SILVA FILHO, 2016).

Os compósitos constituem uma categoria de materiais estruturais que envolvem a combinação de dois ou mais materiais componentes, objetivando aperfeiçoar as propriedades físico-químicas, estruturais e funcionais do material resultante (SHACKELFORD, 2008). Associando materiais poliméricos naturais, como a quitosana, à hidroxiapatita, é possível obter biocompósitos que forneçam suporte físico, porosidade adequada e propriedades mecânicas ajustáveis para crescimento e proliferação celulares, o que consiste em um elemento básico da engenharia de tecidos. Diversos trabalhos na literatura, descrevem o desenvolvimento destes biocompósitos, em especial, para aplicações em engenharia tecidual óssea (YAO et al., 2016; SARTORI et al., 2017; LI et al., 2017).

Este trabalho tem como objetivos principais realizar a busca de anterioridade em bases de dados de patentes e artigos científicos das aplicações de biocompósitos à base de quitosana e hidroxiapatita em engenharia do tecido ósseo.

## 2 | METODOLOGIA

Neste trabalho, foi realizada uma prospecção com base em patentes e artigos científicos do estado da técnica da utilização de compósitos à base de quitosana e hidroxiapatita com potencial clínico para regeneração óssea. As buscas de patentes foram realizadas nas bases gratuitas INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial, base brasileira), EPO (*European Patent Office*, escritório europeu) e USPTO (*United States Patent Trademark Office*, base norte-americana). A busca por artigos científicos foi realizada na *Web of Science*, considerados válidos artigos publicados entre 2009 e 2019. A pesquisa foi feita empregado as palavras-chave no campo “Resumo/Abstract” “quitosana”, “hidroxiapatita”, “quitosana e hidroxiapatita”, “osteoindução”, “oss\*” e os equivalentes em língua inglesa, em outubro de 2019.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Métodos de síntese de compósitos de quitosana/hidroxiapatita

São descritos na literatura diversos métodos para síntese de hidroxiapatita e fabricação de compósitos de quitosana/hidroxiapatita. A princípio, é necessário considerar a forma em que se almeja obter o compósito final, tais como *scaffolds* (suportes porosos estruturais), discos, filmes, hidrogéis, pós, entre outros. Normalmente, a potencial aplicação a que se destina o material compósito norteará a forma e, também o método de síntese escolhido. Nos compósitos de quitosana/hidroxiapatita, a quitosana, que corresponde à matriz, possui diversos usos desde excipientes farmacêuticos até aplicações em engenharia de tecidos. Entretanto, a flexibilidade deste biopolímero limita suas aplicações, uma vez que isoladamente não suporta cargas de forma similar ao osso natural, de modo que a hidroxiapatita, a carga do compósito, além de similaridade à porção mineral dos ossos, contribui com resistência e dureza, além de ser bioativo e favorecer a osteocondução, no caso de aplicações em engenharia do tecido ósseo (KOHR; LIMA, 2003; RESWAN et al., 2006). Dentre os métodos de preparação destes compósitos, a literatura destaca a precipitação química *in situ* em que a hidroxiapatita é sintetizada durante a manufatura do biopolímero. Subsequentemente, dependendo da forma do compósito final, são empregados outros métodos como o método de evaporação do solvente, liofilização, separação de fases induzida termicamente, todos estes com adaptações nos parâmetros de síntese (DZIADEK; STODOLAK-ZYCH; CHOLEWA-KOWALSKA, 2017).

### 3.2 Prospecção Tecnológica do Biocompósito

O número de artigos científicos publicados na *Web of Science* entre os anos de 2009 e 2019, assim como o número de patentes depositadas nas bases INPI, EPO e USPTO para os termos de busca pré-selecionados são apresentados na Tabela 1. Para todas as bases pesquisadas, a frequência de patentes depositadas e de artigos publicados utilizando a palavra-chave “quitosana” na base INPI e “*chitosan*” nas demais bases foi bastante expressiva, tendo especial atenção a base EPO, por conter mais de 10000 patentes envolvendo competências tecnológicas que utilizam este biopolímero. Esta frequência pode ser atribuída à relativa abundância natural do precursor da quitosana, a quitina, e principalmente à atividade antimicrobiana da quitosana frente a ampla variedade de fungos e bactérias, o que confere a este material importantes aplicações industriais como filmes para embalagem de alimentos (CAZÓN et al., 2017) e biocurativos. Utilizando a palavra-chave “hidroxiapatita” na base INPI e “*hydroxyapatite*” nas demais bases, constatou-se uma frequência de resultados superior a 6700 patentes. Sabe-se que a hidroxiapatita foi e continua sendo

extensivamente pesquisada por sua semelhança à apatita biológica, constituinte de ossos e dentes, desempenhando um importante papel na indução dos processos de osteogênese, osteocondução e osteoindução e osteointegração (SETHU et al., 2017).

Palavras-chave	INPI	EPO	USPTO	Web of Science <sup>1</sup>
quitosana/ <i>chitosan</i>	282	>10000	1190	55914
hidroxiapatita/ <i>hydroxyapatite</i>	121	8694	641	31122
quitosana/ <i>chitosan</i> AND hidroxiapatita/ <i>hydroxyapatite</i>	3	343	4	1824
(quitosana/ <i>chitosan</i> AND hidroxiapatita/ <i>hydroxyapatite</i> ) osteoindução/ <i>osteoiduction</i>	0	3	1	20
(quitosana/ <i>chitosan</i> AND hidroxiapatita/ <i>hydroxyapatite</i> ) AND oss*/ <i>bone</i>	2	161	1	1238

Tabela 1. Bases de dados, palavras-chave e frequência de patentes depositadas e artigos científicos publicados entre 2009 e 2019<sup>1</sup>.

Associando a propriedade antimicrobiana, osteocompatibilidade e biocompatibilidade da quitosana com a biocompatibilidade e osteocondução da hidroxiapatita é possível fabricar compósitos que funcionem como suportes físicos para regeneração de ossos e tecidos (LAI et al., 2015). Ao cruzar os termos de busca “quitosana” e “hidroxiapatita” (*chitosan/hydroxyapatite*) nas diferentes bases, o número de patentes tornou-se bem mais discreto, totalizando 207 patentes depositadas na base EPO. Frequências menos expressivas para o número de patentes foram encontradas para o cruzamento destas palavras-chave com o termo “oss\*/*bone*” (102 registros na base EPO) e principalmente com o termo “osteoindução/*osteoiduction*” (nenhum registro na base EPO), quando comparados ao número de artigos da base *Web of Science* (935 registros), o que sugere que apesar do relevante número de pesquisas científicas que demonstram a viabilidade do uso clínico destes compósitos, o desenvolvimento de produtos (inovação tecnológica) como próteses, curativos, entre outras aplicações, ainda é incipiente, principalmente no Brasil, cuja base (INPI) registra os mais baixos números de patentes.

Os dados da evolução anual nos pedidos de patentes associados ao compósito (quitosana e hidroxiapatita) revelam que os primeiros pedidos de patente datam de 1987 (Figura 1). Dos primeiros registros de pedido de patente até meados de 2006 observa-se número pouco expressivos de depósito. O período de 2007 a 2017 mostra um significativo crescimento no número de pedidos de patentes, especialmente nos anos de 2017 (53 depósitos), 2018 (48 depósitos) e 2016 (44 depósitos). Estes dados estão de acordo com o período que se intensificaram os estudos com

este compósito, especialmente na forma de cimento ósseo e otimização de suas propriedades osteoindutoras.

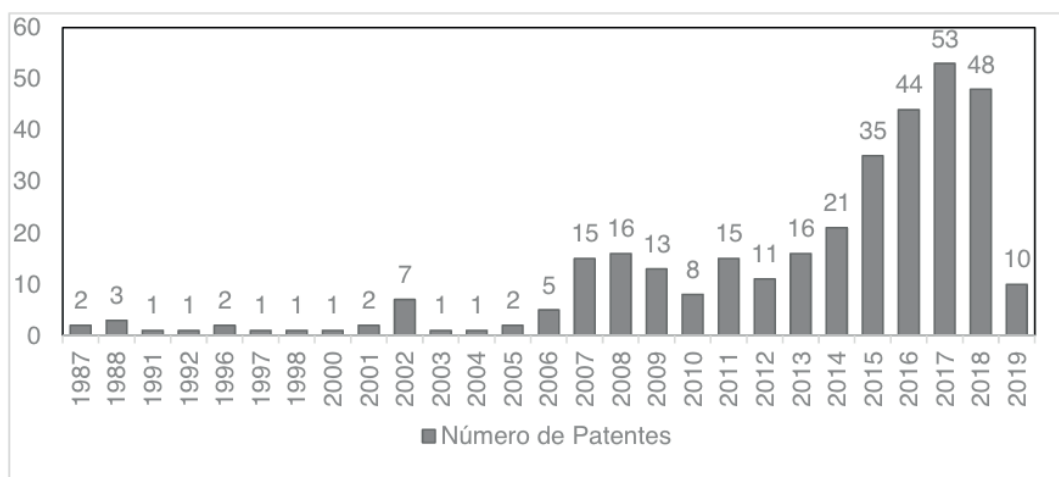


Figura 1. Evolução anual do número de depósitos de patentes, utilizando a palavra-chave quitosana/chitosan e hidroxiapatita/hydroxyapatite.

O número de artigos científicos relacionados ao compósito (quitosana e hidroxiapatita) no período de 2009 a 2019, evidencia o crescimento do número de publicação a partir de 2011 (113 artigos publicados), chegando a ápice de publicações nos anos de 2016 a 2018 (Figura 2). O aumento do número de artigos publicados bem como do número de patentes depositadas, no período supracitado, está ligado aos atuais investimentos em âmbito tecnológico na área e a intensificação dos estudos odontológicos e ortopédicos associados a estes compósitos.

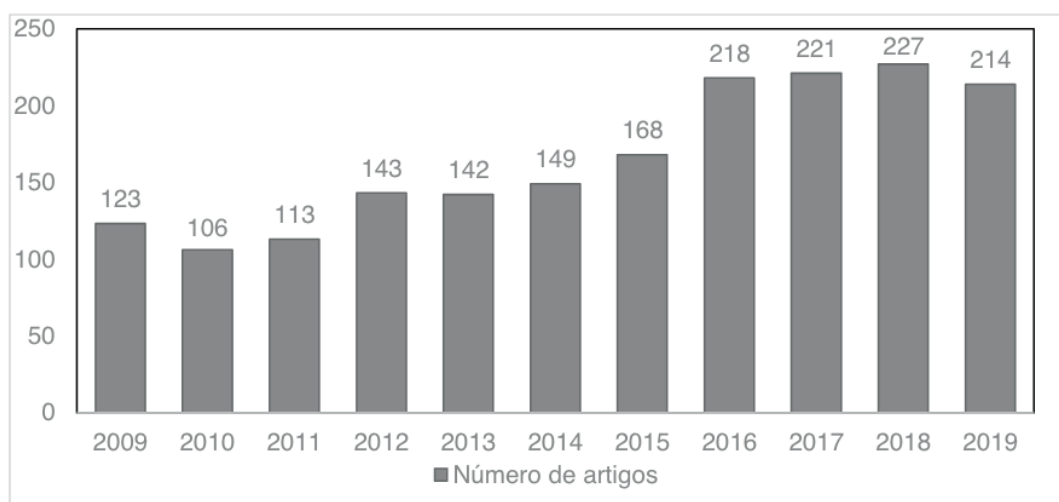


Figura 2. Número de artigos publicados nos últimos 10 anos (2009-2019), utilizando a palavra-chave Quitosana/Chitosan AND Hidroxiapatita/Hydroxyapatite, na base de dados Web of Science

Dentre os maiores depositantes estão os povos da China (270 depósitos), Coreia do Sul (17 depósitos) e Japão (13 depósitos), juntos correspondem a 89,5% de todos os pedidos de patentes relacionados ao tema. Em seguida, os Estados

Unidos (2,9%), a Organização Mundial de Propriedade Intelectual (2,4%), Rússia (1,8%) e Brasil (0,9 %) respondem por 8% dos depósitos mundial de patentes associadas ao compósito de quitosana e hidroxiapatita (Figura 3). As duas potências mundiais que lideram o número de depósitos de patentes, dispõem de tecnologias e financiamentos advindos da iniciativa privada, o que leva a direcionar pesquisas voltadas para a descoberta ou otimização das propriedades e aplicações dos compósitos, corroborando para com os resultados observados.

O Brasil ocupa 15<sup>a</sup> posição em número de publicações de artigos em periódicos científicos envolvendo o biocompósito (quitosana e hidroxiapatita) com um total de 39 artigos científicos publicados entre os anos de 2009 e 2019. As primeiras posições em número de publicações envolvendo os termos supracitados estão a China (640 artigos), Índia (205 artigos) e Estados Unidos (159 artigos), estes países juntos correspondem a 50,2% dos artigos publicados em periódicos, observando a faixa temporal proposta (Figura 4). Em seguida, Irã (6,5%), Coreia do Sul (4,5%), Japão (3,3%) e Alemanha (3,2%) respondem por 17,5% dos artigos publicados. Os dados relacionados a depósitos de patentes e publicação de artigos científicos aponta a China como expoente em pesquisa relacionada ao tema abordado. Supõe-se, por estes resultados, que países mais desenvolvidos e com notória tradição científica detêm certo pioneirismo, em relação a países emergentes como o Brasil, no que concerne à proteção de sua pesquisa.

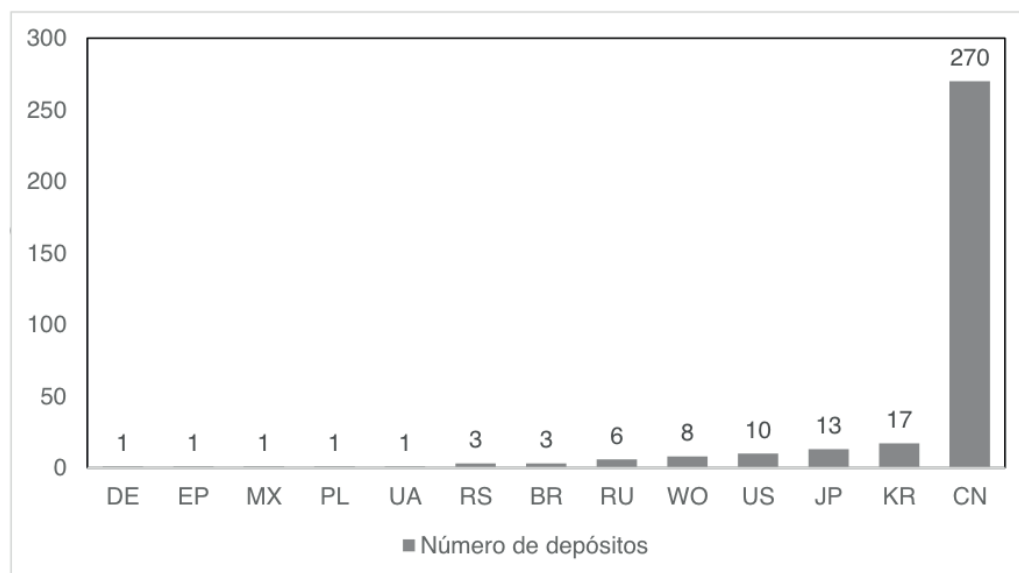


Figura 3. Distribuição de patentes depositadas por país envolvendo o compósito (quitosana e hidroxiapatita). LEGENDA: WO: Org. Mund. Prop. Intelectual; CN: China; JP: Japão; US: Estados Unidos; RU: Rússia; EP: Org. Mundial de patentes; KR: República da Coreia; DE: Alemanha; MX: México; BR: Brasil; UA: Ucrânia; RS: Sérvia; PL: Polônia.



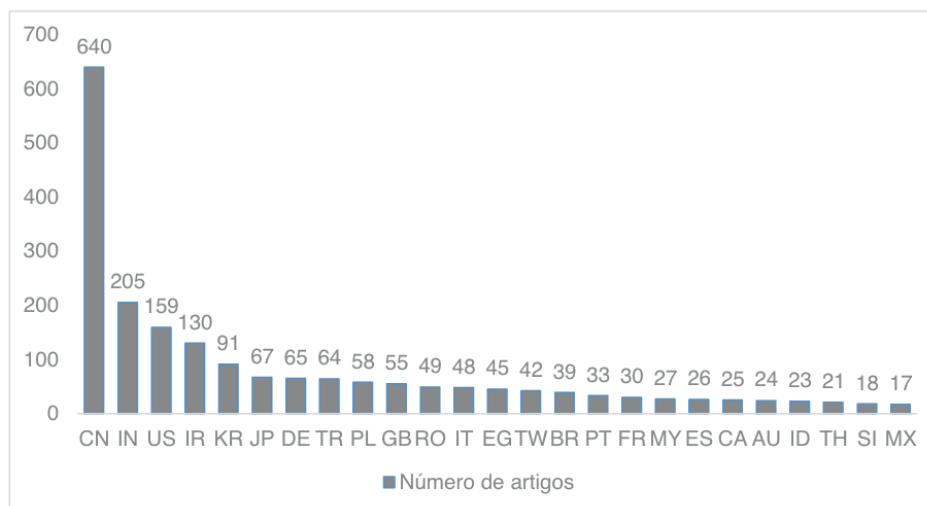


Figura 4. Distribuição de artigos publicados por país envolvendo o compósito (Quitosana e Hidroxiapatita) entre 2009 e 2019. CN: China; US: Estados Unidos; KR: Coréia do Sul; DE: Alemanha; GB; PL: Polônia; RO: Romênia; EG: Egito; BR: Brasil; FR: França; ES: Espanha; AU: Austrália; TH: Tailândia e MX: México.

Ao considerarmos as grandes áreas nas quais foram publicados artigos na *Web of Science* no período de 2009 a 2019, com o termo “quitosana AND hidroxiapatita”, constata-se que a área de Ciência de Materiais ocupa o primeiro lugar em publicações envolvendo o biocompósito com um total de 982 artigos publicados (31,7%). Estes dados estão associados com o crescimento de pesquisas na área de engenharia de materiais buscando aplicação na área ortopédica e odontológica (Figura 5). Em seguida, observamos que as áreas de Engenharia, Química e Ciência dos Polímeros figuram com 497 (16,1%), 441 (14,2%) e 356 (11,5%) artigos publicados, respectivamente, na referida faixa de tempo. Menos expressivamente aparecem ainda as áreas de Biofísica com 44 artigos (1,4%), Medicina com 38 artigos (1,2%) e Odontologia com 27 artigos (0,9%).

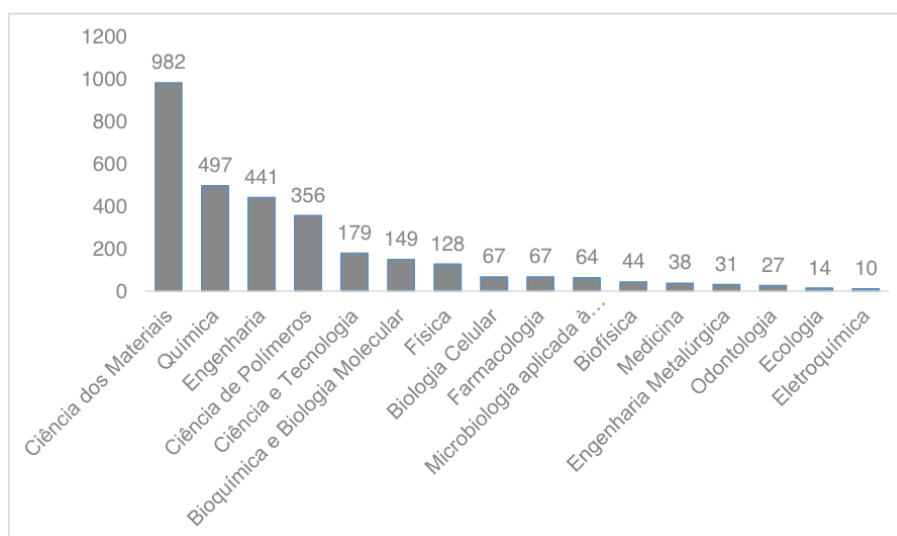


Figura 5. Áreas que mais publicaram artigos com o compósito (quitosana e hidroxiapatita), na base *Web of Science*.

As principais classificações das patentes pesquisadas nas bases INPI, EPO e USPTO, com as palavras-chave “quitosana/chitosan E hidroxiapatita/hydroxyapatite” são apresentadas na Figura 6 e seus os códigos de classificação internacional são descritos na Tabela 2. Pela análise da Figura 7, os códigos de classificação que apresentaram ocorrência mais frequente foram A61, C08, B01, C04, A23, C02 e C25. O código de classificação internacional A61 (com 1061 ocorrências) está relacionado a aplicações em ciência médica e veterinária e de higiene que englobam próteses, aparelhos ortopédicos e de enfermagem, dispositivos anticoncepcionais, bandagens, curativos ou almofadas absorventes entre outros. As demais classificações demonstram a versatilidade que apresentam os compósitos à base de quitosana/hidroxiapatita em diversas aplicações. Em seguida observou-se uso do compósito em compostos macromoleculares (C08, com 249 ocorrências), em aparelhos físicos e químicos em geral (B01, com 56 ocorrências) e em tratamento de água e de água de resíduos (C02, com 28 depósitos).

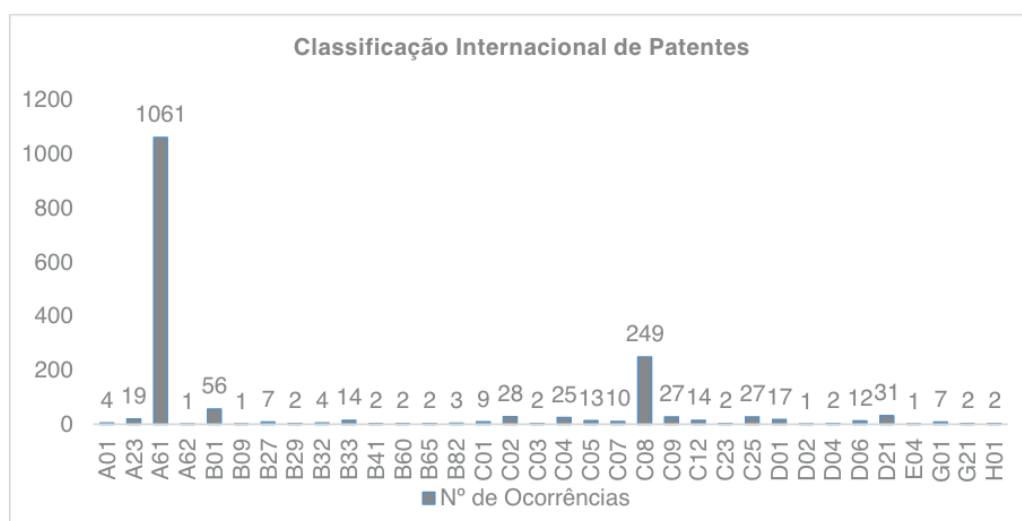


Figura 6. Patentes depositadas por código de classificação internacional.

Código Internacional	Descrição do código
A23	Alimentos e seu tratamento
A61	<b>Ciência médica e veterinária e higiene</b>
B01	Processos ou aparelhos físicos ou químicos em geral
C02	Tratamento de água, água de resíduos, água de resíduos ou bosque
C04	Cimentos; concreto; pedra artificial; cerâmica; refratários
C08	<b>Compostos macromoleculares orgânicos; sua preparação ou trabalho químico</b>
C25	Processos eletrolíticos ou eletroforéticos

Tabela 02. Principais códigos de classificação internacional e sua descrição para as competências pesquisadas.

## 4 | CONCLUSÃO

Este estudo revelou as tendências tecnológicas dos países depositantes de patentes e publicadores de artigos científicos, inclusive permitiu identificar os anos que mais apresentam depósitos de patentes e publicação de artigos, promovendo um mapeamento do desenvolvimento científico e tecnológico do biocompósito quitosana e hidroxiapatita. A China foi o país que mais publicou artigos científicos e mais depositou patentes. O depósito de patentes envolvendo o compósito teve grande impulso a partir de 2007, chegando ao auge em 2017 com 53 depósitos de patentes, enquanto publicações de artigos com tema foi impulsionado a partir de 2009, com auge em 2018 (227 artigos). A área de Ciência de Materiais teve destaque especial com 982 artigos publicados sobre o tema. Em relação à classificação internacional de patentes, observa-se que dentre as classes nas quais as patentes estão categorizadas, destacam-se a A61 (aplicações médicas englobando próteses e aparelhos ortopédicos) com 271 pedidos de patentes, seguida da C08 (compostos macromoleculares). Sendo assim, pode-se firmar que a principal aplicação do compósito se dá na área de Ciência Médica e Veterinária e Higiene.

As buscas realizadas na base de dados *Web of Science*, EPO, USPTO e INPI revelaram que o número de artigos científicos envolvendo os termos propostos são muito maiores do que o número de patentes depositadas, o que sugere que apesar do relevante número de pesquisas científicas que demonstram a viabilidade do uso clínico destes compósitos, o desenvolvimento de produtos patenteáveis, como próteses, curativos, entre outras aplicações, ainda é incipiente.

## 5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e INCTBioNat (465637/2014-0) pelo apoio financeiro e pela bolsa de M. H. Chaves (302470/2018-2).

## REFERÊNCIAS

CAZÓN, P. et al. Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review. **Food Hydrocolloids**, v. 68, p. 136-148, 2017.

DZIADEK, M.; STODOLAK-ZYCH, E.; CHOLEWA-KOWALSKA, K. Biodegradable ceramic-polymer composites for biomedical applications: a review. **Materials Science and Engineering C**, v. 71, p. 1175-1191, 2017.

FRAGAL, E. H. et al. Hybrid materials for bone tissue engineering from biomimetic growth of hydroxyapatite on cellulose nanowhiskers. **Carbohydrate Polymers**, v. 152, p. 734-746, 2016.

IBRAHIM, M. Z. et al. Biomedical materials and techniques to improve the tribological, mechanical and biomedical properties of orthopedic implants - a review article. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 714, p. 636-667, 2017.

- JEONG, K. J. et al. In vivo study on the biocompatibility of chitosan–hydroxyapatite film depending on degree of deacetylation. **Journal of Biomedical Materials Research A**, v. 105A, n. 6, p. 1637-1645, 2017.
- LAI, G. J.; SHALUMON, K. T.; CHEN, J. P. Response of human mesenchymal stem cells to intrafibrillar nanohydroxyapatite content and extrafibrillar nanohydroxyapatite in biomimetic chitosan/silk fibroin/nanohydroxyapatite nanofibrous membrane scaffolds. **International Journal of Nanomedicine**, v. 10, p. 567-584, 2015.
- LI, X. et al. Biocompatibility and physicochemical characteristics of poly( $\epsilon$ -caprolactone)/poly(lactide-co-glycolide)/nano-hydroxyapatite composite scaffolds for bone tissue engineering. **Materials and Design**, v. 114, p. 149-160, 2017.
- RADHAKUMARY, C.; ANTONY, M.; SREENIVASAN, K. Drug loaded thermoresponsive and cytocompatible chitosan based hydrogel as a potential wound dressing. **Carbohydrate Polymers**, v. 83, p. 705-713, 2011.
- RAINA, D. B. et al. Biocomposite macroporous cryogels as potential carrier scaffolds for bone active agents augmenting bone regeneration. **Journal of Controlled Release**, v. 235, p. 365-378, 2016.
- RIBEIRO, M. et al. Development of silk fibroin/nanohydroxyapatite composite hydrogels for bone tissue engineering. **European Polymer Journal**, v. 67, p. 66-77, 2015.
- SANTOS, M. V. B.; OSAJIMA, J. A.; SILVA FILHO, E. C. Hidroxiapatita: suporte para liberação de fármacos e propriedades antimicrobianas. **Cerâmica**, v. 62, p. 256-265, 2016.
- SARTORI, M. et al. A new bi-layered scaffold for osteochondral tissue regeneration: in vitro and in vivo preclinical investigations. **Materials Science and Engineering C**, v. 70, p. 101-111, 2017.
- SHACKELFORD, J. F. **Ciência dos Materiais**. Tradução de Daniel Vieira. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.
- YAO, M. Z. et al. Fabrication and characterization of drug-loaded nano-hydroxyapatite/polyamide 66 scaffolds modified with carbon nanotubes and silk fibroin. **International Journal of Nanomedicine**, v. 11, p. 6181-6194, 2016.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aprendizagem 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 30, 33, 35, 41, 42, 44, 45, 47, 63  
Associações 81, 84, 88, 89, 94  
Atcc8096 190  
Atividade lúdica 11, 12, 22, 47  
Avaliação da linearidade 190

### B

Bioatividade 173, 174, 175, 177, 180, 182, 185  
Biocompósito 140, 143, 146, 147, 149

### C

Carboidratos 35, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 183, 257  
Celulases 113, 114, 115, 116, 120, 121, 122  
Chalconas 100, 101, 106, 107, 108, 110  
Compósitos poliméricos 151, 152, 153, 162  
Copolímero enxertado 81, 93

### D

Diagnostico 60  
Dihidropirimidinonas 100, 102, 103, 106, 107, 108

### E

Ensino de química 1, 2, 7, 11, 14, 16, 17, 20, 22, 23, 25, 27, 28, 30, 33, 34, 35, 37, 38, 42, 44, 46, 47, 79, 255  
Essential oil 190, 198, 199, 236  
Estudo reo-cinético 151, 163  
Eugenia astringens Cambess 189, 190, 191, 292  
Extração de enzimas 113, 116, 117

### F

Fermentação em estado sólido 113, 115, 116, 122  
Fluorescência 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 89, 92, 176  
Fosfonatos 166, 167, 168, 169, 170

### G

Gc-ms 190, 199

### H

Hibridização molecular 100, 104, 106, 108



Híbridos 100, 104, 105, 108, 110

Hidroxiapatita 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150

Homocedasticidade 190, 191, 192, 194

## I

Indicador ácido-base 48, 51, 53, 58

Iniciadores catalíticos 166, 167, 168, 170

## J

Jogo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25

Jogos didáticos 1, 2, 3, 6, 16, 18, 23

## L

Laboratório 11, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 78, 81, 108, 140, 189, 198, 201, 243, 251, 255, 256, 260, 281, 289

Leitores 72, 73, 74, 75, 76

Leitura 8, 17, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 270

Licenciatura 4, 35, 72, 73, 74, 76, 78, 79, 270, 272, 273, 275, 276, 289

Lúdico 2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 23, 24, 25, 34, 44

## M

Massa molar 46, 47, 83, 88, 89, 90, 93, 128, 176, 203

Matéria orgânica 172, 173, 174, 175, 176, 178, 179, 185, 186, 187, 245

Modelo atômico de bohr 28, 29

## P

Papel indicador 48, 51, 52, 53, 57, 58

Poliâmidas 166

Prática experimental 27, 28, 33, 35, 38

Processamento 66, 151, 153, 155, 162, 163, 164, 167, 201, 202, 206, 207, 258, 259, 263, 264, 265

Produtos químicos 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70

## Q

Química dos alimentos 35, 36, 43

Quitosana 86, 90, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225

## R

Repolho roxo 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59

Resíduos do cacau 113

## S

Staphylococcus aureus 189, 190, 191, 192, 193, 199

Substâncias húmicas 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 180, 181, 182, 184, 185, 186, 187

## T

Tabela periódica 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12

Termorresponsivo 81, 84, 93, 94

Teste citotóxico 190, 193, 197

Trichoderma 113, 114, 115, 122

