



# A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA QUÍMICA 2

Eleonora Celli Carioca Arenare  
(Organizadora)



# A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA QUÍMICA 2

Eleonora Celli Carioca Arenare  
(Organizadora)

**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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
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  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

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

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miraniide Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

#### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy 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  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
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/UFGA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenología & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## A geração de novos conhecimentos na química 2

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadora:** Eleonora Celli Carioca Arenare

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

G354 A geração de novos conhecimentos na química 2 /  
Organizadora Eleonora Celli Carioca Arenare. – Ponta  
Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-170-8

DOI 10.22533/at.ed.708212206

1. Química. I. Arenare, Eleonora Celli Carioca  
(Organizadora). 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

## 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 proposta implícita nessa coletânea fundamenta-se numa valorização eclética da pluralidade e diversidade, que reúne pesquisas que envolvem diversas linhas de abordagem, destacando-se por meio de tendências de estudos envolvendo a Ciência “Química”. Tendo como propósito principal disseminar e divulgar no meio acadêmico, envolvido com tal Ciência, informações provenientes de estudos e pesquisas desenvolvidas pela comunidade acadêmica contemporânea.

O e-book “A Geração de Novos Conhecimentos na Química”, está dividido em dois volumes, totalizando 46 artigos científicos, destacando-se temáticas pesquisadas e discutidas por estudantes, professores e pesquisadores. Os quais evidenciam, artigos teóricos e pesquisas de campo, abrangendo a linha de Ensino e diversas outras linhas de estudo, que se desenvolveram por meio de pesquisas laboratoriais.

O volume I aborda tendências, envolvidos com a área de Ensino de Química, os quais dão ênfase as seguintes abordagens: Ensino Remoto, Experimentação, Concepções Pedagógicas, Bioinformática, Contextualização, Jogos Lúdicos, Redes Sociais, Epistemologia, Formação de Professores, Habilidades e Competências e Metodologias utilizadas no processo de Ensino e Aprendizagem.

O volume II aborda temáticas de cunho experimental, desenvolvidas e comprovadas por meio das análises desenvolvidas em diferentes universidades brasileiras, dando ênfase à: Química Inorgânica, Eletroquímica, Química Orgânica, Química dos Alimentos, Quimiometria, Química Analítica, Química Biológica, Nanoquímica e Processos Corrosivos.

A coletânea é indicada para àqueles (estudantes, professores e pesquisadores) envolvidos com a Ciência “Química”, que anseiam por intermédio de informações atualizadas, apropriarem-se de novas informações, correlacionadas a pesquisas acadêmicas, tendo desta forma, novas bases de estudo e investigação para a aquisição e construção de novos conhecimentos.

Excelente leitura!

Eleonora Celli Carioca Arenare

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ANÁLISE BROMATOLÓGICA DO ÓLEO DE COCO (*Cocos nucifera* L.) E DO ÓLEO DE ABACATE (*Persea americana* Mill.)**

Natasha Alves Rocha  
Valdiléia Teixeira Uchôa  
Camila Alves Rocha  
Maria Karina da Silva  
Maciel Lima Barbosa  
Caroline Maria Vasconcelos Paz Ramos  
Luis Fernando Guimarães Noletto  
Penina Sousa Mourão  
Francisco Henrique Pereira Lopes  
Camila da Silva Ibiapina  
Aline Estefany Brandão Lima  
Marta Silva de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.7082122061**

### **CAPÍTULO 2..... 14**

#### **APLICAÇÃO DO FILME DE SILANOS VS/GPTMS MODIFICADOS COM A CASCA DO ALHO PARA A PROTEÇÃO CONTRA A CORROSÃO DO AÇO GALVANIZADO**

Iago Magella Fernandes Costa Rossi e Silva  
Lhaira Souza Barreto  
Mirian Sanae Tokumoto  
Fernando Cotting  
Franco Dani Rico Amado  
Vera Rosa Capelossi

**DOI 10.22533/at.ed.7082122062**

### **CAPÍTULO 3..... 26**

#### **AVALIAÇÃO DA COMPLEXAÇÃO ENTRE SACARINA E MÔNOMERO ORGÂNICO - INORGÂNICO POR TITULAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA**

Izabella Fernanda Ferreira Domingues  
Camila Santos Dourado  
Jez Willian Batista Braga  
Ana Cristi Basile Dias

**DOI 10.22533/at.ed.7082122063**

### **CAPÍTULO 4..... 36**

#### **AVALIAÇÃO DE USO DE FIBRAS DA AMAZÔNIA PARA REFORÇO EM COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIÉSTER**

Syme Regina Souza Queiroz  
José Maria Braga Pinto  
Vanessa Maria Yae do Rosario Taketa  
Nilton Cesar Almeida Queiroz  
Emerson Rodrigues Bastos Junior  
Vera Lúcia Dias da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.7082122064**

<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>45</b>
<b>AÇÃO INIBIDORA DA CAFEÍNA CONTRA A CORROSÃO DO AÇO CARBONO SAE 1020 EM MEIO DE CLORETO DE SÓDIO</b>	
Diene de Barros Ferreira	
Felipe Staciaki da Luz	
Gideã Taques Tractz	
Guilherme Arielo Rodrigues Maia	
Letícia Fernanda Gonçalves Larsson	
Paulo Rogério Pinto Rodrigues	
Everson do Prado Banczek	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7082122065</b>	
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>55</b>
<b>CATÁLISE NA QUÍMICA FINA: SÍNTESE DE ÁCIDO BENZÓICO PELA OXIDAÇÃO DO ÁLCOOL BENZÍLICO SOBRE NANOPARTÍCULAS DE OURO SUPORTADAS EM Sr(OH)<sub>2</sub>-SrCO<sub>3</sub>@CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub></b>	
Pelry da Silva Costa	
Jussara Moraes da Silva	
Itaciara Erliny Maria da Silva Melo	
Carla Verônica Rodarte de Moura	
Edmilson Miranda de Moura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7082122066</b>	
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>69</b>
<b>DETERMINATION OF LODENAFIL CARBONATE BY SQUARE-WAVE CATHODIC STRIPPING VOLTAMMETRY</b>	
Jonatas Schadeck Carvalho	
Sueli Pércio Quináia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7082122067</b>	
<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>81</b>
<b>DESENVOLVIMENTO DE BIOFILMES PARA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA LARANJA PÊRA</b>	
Taís Port Hartz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7082122068</b>	
<b>CAPÍTULO 9.....</b>	<b>85</b>
<b>DETERMINAÇÃO DE TEMPERATURA DE TORRA POR ANÁLISE TÉRMICA</b>	
Francisco Raimundo da Silva	
Weverton Campos Nozela	
Diógenes dos Santos Dias	
Clóvis Augusto Ribeiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7082122069</b>	
<b>CAPÍTULO 10.....</b>	<b>96</b>
<b>DETERMINAÇÃO POR GC-MS DOS PRINCIPAIS COMPOSTOS VOLÁTEIS EM GALHOS E FOLHAS DE MANSOA HIRSUTA</b>	
Nayra Micaeli dos Santos Sousa	

Patrícia e Silva Alves  
Paulo Sousa Lima Junior  
Joaquim Soares da Costa Junior  
Christian Rilza Silva de Melo  
Nerilson Marques Lima  
Antônia Maria das Graças Lopes Citó  
Teresinha de Jesus Aguiar dos Santos Andrade

**DOI 10.22533/at.ed.70821220610**

**CAPÍTULO 11..... 104**

**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE MÉTODOS ANALÍTICOS POR CLAE-DAD E UV-Vis PARA QUANTIFICAÇÃO DE FLAVONOIDES NAS FOLHAS DE TRIPLARIS GARDNERIANA WEDD. (POLYGONACEAE)**

Sandra Kelle Souza Macêdo  
Emanuela Chiara Valença Pereira  
Isabela Araújo e Amariz  
David Fernandes Lima  
Jackson Roberto Guedes da Silva Almeida  
Larissa Araújo Rolim  
Xirley Pereira Nunes

**DOI 10.22533/at.ed.70821220611**

**CAPÍTULO 12..... 130**

**ESTUDO DA ADSORÇÃO DE ÍONS A NANOPARTÍCULAS DE FERRITA DE COBALTO  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$**

Caio Carvalho dos Santos  
Wesley Renato Viali  
Eloiza da Silva Nunes Viali  
Miguel Jafelicci Júnior  
Rodrigo Fernando Costa Marques

**DOI 10.22533/at.ed.70821220612**

**CAPÍTULO 13..... 142**

**ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE HIDROLISADOS DE BSG NA SUBSTITUIÇÃO DA SOJA COMO PROTEÍNA VEGETAL ADICIONADA**

Suyanne Teske Pires  
Rodrigo Geremias

**DOI 10.22533/at.ed.70821220613**

**CAPÍTULO 14..... 150**

**FILMES DE AMIDO/QUITOSANA ADICIONADOS DE FIBRAS E CRITAIS DE NANOCELULOSE OBTIDOS DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS**

Renata Paula Herrera Brandelero  
Evandro Martim Brandelero  
Guilherme Landim Santos

**DOI 10.22533/at.ed.70821220614**

**CAPÍTULO 15..... 161**

**FOTOCATALISADORES À BASE DE d-FeOOH E NiO: ESTUDO EXPERIMENTAL E ASPECTOS TEÓRICOS**

Mariana de Rezende Bonesio  
Francisco Guilherme Esteves Nogueira  
Daiana Teixeira Mancini  
Teodorico de Castro Ramalho

**DOI 10.22533/at.ed.70821220615**

**CAPÍTULO 16..... 163**

**RHODAMINE B PHOTODEGRADATION OVER  $Ag_3PO_4$ /SBA-15 UNDER VISIBLE RADIATION BASED ON WLEDS LIGHT**

Luis Fernando Guimarães Noletto  
Francisco Henrique Pereira Lopes  
Vitória Eduardo Mendes Vieira  
Marta Silva de Oliveira  
Maria Karina da Silva  
Camila da Silva Ibiapina  
Caroline Maria Vasconcelos Paz Ramos  
João Ferreira da Cruz Filho  
Lara Kelly Ribeiro da Silva  
Aline Estefany Brandão Lima  
Maria Joseíta dos Santos Costa  
Geraldo Eduardo da Luz Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.70821220616**

**CAPÍTULO 17..... 183**

**LACTOFERRINA: PROPRIEDADES ESTRUTURAS E SUAS FUNÇÕES BIOLÓGICAS**

Edson Ferreira da Silva  
Milena Bandeira de Melo  
Marta Maria Oliveira dos Santos Gomes  
Sonia Salgueiro Machado  
Fabiane Caxico de Abreu Galdino

**DOI 10.22533/at.ed.70821220617**

**CAPÍTULO 18..... 195**

**NANOFLUIDOS DE SULFETO DE COBRE**

Caio Carvalho dos Santos  
Wesley Renato Viali  
Eloiza da Silva Nunes Viali  
Miguel Jafelicci Júnior  
Rodrigo Fernando Costa Marques

**DOI 10.22533/at.ed.70821220618**

**CAPÍTULO 19.....207**

**NANOTUBOS DE TITANATO DE SÓDIO ( $\text{Na}_x\text{H}_{2-x}\text{Ti}_3\text{O}_7$ ) OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL**

Isabela Marcondelli Iani  
Rafael Aparecido Ciola Amoresi  
Alexandre Zirpoli Simões  
Glenda Biasotto  
Maria Aparecida Zaghete  
Elson Longo  
Leinig Antonio Perazolli

**DOI 10.22533/at.ed.70821220619**

**CAPÍTULO 20.....220**

**PRODUCTION OF ROD-LIKE MORPHOLOGY OF  $\text{Cu}_3(\text{BTC})_2$  METAL-ORGANIC FRAMEWORKS USING ONE MINUTE SONICATION**

Aline Geice Silva de Oliveira  
Daniela Cordeiro Leite Vasconcelos  
Peter George Weidler  
Wander Luiz Vasconcelos

**DOI 10.22533/at.ed.70821220620**

**CAPÍTULO 21.....231**

**PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE NANOFIBRAS DE CARBONO POR FIAÇÃO POR SOPRO A PARTIR DE POLIACRILONITRILA**

Lais Angelice de Camargo  
Monica Cristina Ferro Martins  
José Manoel Marconcini  
Luiz Henrique Capparelli Mattoso

**DOI 10.22533/at.ed.70821220621**

**CAPÍTULO 22.....237**

**PROPRIEDADES MECÂNICAS DE FILMES DE AMIDO TERMOPLÁSTICO NA PRESENÇA DE UREIA**

João Otávio Donizette Malafatti  
Thamara Machado de Oliveira Ruellas  
Letícia Ferreira Lacerda Schildt  
Marcelo Ávila Domingues  
Bruna Santostaso Marinho  
Mariana Rodrigues Meirelles  
Elaine Cristina Paris

**DOI 10.22533/at.ed.70821220622**

**CAPÍTULO 23.....250**

**QUÍMICA FORENSE: DESMISTIFICANDO AS ANÁLISES CRIMINALÍSTICAS CINEMATOGRAFICAS**

Anna Maria Deobald  
Maísa Silveira  
Aline Machado Zancanaro

**DOI 10.22533/at.ed.70821220623**

**CAPÍTULO 24.....263**

**REAÇÕES DE DESSULFURIZAÇÃO OXIDATIVA DO DIBENZOTIOFENO CATALISADA POR COMPLEXOS DE VANÁDIO, NIÓBIO E MOLIBDÊNIO**

Carlos Taryk Bessa da Silva  
Juliana Moreira Barreto  
Paula Marcelly Alves Machado  
Elizabeth Roditi Lachter

**DOI 10.22533/at.ed.70821220624**

**CAPÍTULO 25.....274**

**SIMULAÇÕES DE DOCKING E DINÂMICA MOLECULAR NA BUSCA DE FÁRMACOS MODULADORES DO SISTEMA NEUROINFLAMATÓRIO EM INFECÇÕES PELO SARS-COV-2**

Micael Davi Lima de Oliveira  
Kelson Mota Teixeira de Oliveira  
Jonathas Nunes da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.70821220625**

**CAPÍTULO 26.....296**

**SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE COMPLEXOS DE PALÁDIO(II) COM LIGANTE FOSFÍNICO**

Thais Castro Silva  
Alessandra Stevanato  
Adriana Pereira Duarte  
Cláudio Rodrigo Nogueira  
Janksyn Bertozzi  
Valéria da Silva Cavania  
Cristiana da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.70821220626**

**CAPÍTULO 27.....309**

**SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO de  $Fe_3O_4/SiO_2$  E SUA APLICAÇÃO NA MODIFICAÇÃO DE ELETRODO IMPRESSO DE CARBONO**

Vanessa Cezar Ribas  
Jacqueline Arguello da Silva  
Thágor Moreira Klein  
Larissa Leffa Fernandes  
Vladimir Lavayen

**DOI 10.22533/at.ed.70821220627**

**CAPÍTULO 28.....320**

**TUNGSTATO DE MAGNÉSIO ( $MgWO_4$ ): UMA REVISÃO SOBRE OS MÉTODOS DE SÍNTESE**

Vitória Eduardo Mendes Vieira  
Luis Fernando Guimarães Noletto  
Francisco Henrique Pereira Lopes  
Marta Silva de Oliveira  
Ester Pamponet Ribeiro

Keyla Raquel Batista da Silva Costa  
Maria Karina da Silva  
Caroline Maria Vasconcelos Paz Ramos  
Maria Joséfa dos Santos Costa  
Amanda Carolina Soares Jucá  
Yáscara Lopes de Oliveira  
Laécio Santos Cavalcante

**DOI 10.22533/at.ed.70821220628**

<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>334</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>335</b>

## PROPRIEDADES MECÂNICAS DE FILMES DE AMIDO TERMOPLÁSTICO NA PRESENÇA DE UREIA

*Data de aceite: 01/06/2021*

### **João Otávio Donizette Malafatti**

Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio (LNNA), Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP, Brasil.

### **Thamara Machado de Oliveira Ruellas**

Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio (LNNA), Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP, Brasil.  
Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos

### **Letícia Ferreira Lacerda Schildt**

Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio (LNNA), Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP, Brasil.  
Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos

### **Marcelo Ávila Domingues**

Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio (LNNA), Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP, Brasil.  
Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Carlos

### **Bruna Santostaso Marinho**

Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio (LNNA), Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP, Brasil.  
Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Carlos  
São Carlos, SP, Brasil.

### **Mariana Rodrigues Meirelles**

Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio (LNNA), Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP, Brasil.  
Instituto de Química, Universidade de São Paulo

### **Elaine Cristina Paris**

Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio (LNNA), Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP, Brasil.

**RESUMO:** Filmes biodegradáveis vêm sendo estudados devido ao baixo impacto negativo ao meio ambiente em relação às poliolefinas, sendo possível o emprego em diversos campos, como embalagens, agricultura, farmácia, entre outros. Dentre esta classe de polímeros, o amido possui um grande destaque por ser um polissacarídeo de baixo custo proveniente de fontes renováveis, como milho, batata e mandioca. Todavia, filmes biodegradáveis de amido possuem um grande desafio de aplicação devido às propriedades degradativas intrínsecas. Para que a utilização comercial seja possível, a transformação do amido em amido termoplástico (TPS) é uma alternativa extremamente promissora, uma vez que garante as propriedades mecânicas necessárias ao filme após o processamento. O TPS é obtido através da adição de plastificante ao amido, o qual exerce um papel de modificação na estrutura do polissacarídeo. São inúmeras as possibilidades de plastificantes empregados para a obtenção do TPS, dentre estas o glicerol, o ácido esteárico e a ureia. Todavia, a ureia destaca-se por apresentar uma menor toxicidade ao meio ambiente na

posterior degradação do polímero, além de ser proveniente de fontes renováveis e possuir um menor custo agregado, garantindo um bom custo-benefício ao produto final. Desta forma, o presente capítulo tratará do emprego da ureia como plastificante para obtenção de filmes de amido termoplástico, com foco no estudo das propriedades mecânicas finais do polímero.

**PALAVRAS - CHAVE:** Amido Termoplástico; Filmes; Ureia; Propriedades Mecânicas; Plastificantes.

**ABSTRACT:** Biodegradable films have been studied due to their low negative impact on the environment concerning polyolefins, making it possible to use them in several fields, such as packaging, agriculture, and pharmacy. Among this polymers class, starch stands out for being a low-cost polysaccharide from renewable sources, such as corn, potatoes, and cassava. However, biodegradable starch films have a great application challenge due to their intrinsic degradative properties. For its commercial use to be possible, the transformation of starch into thermoplastic starch (TPS) is an up-and-coming alternative since it guarantees the necessary mechanical properties to the film after its processing. TPS is obtained by adding a plasticizer to the starch, which plays a role in modifying the polysaccharide structure. There are countless possibilities of plasticizers that can be used to obtain TPS, among them glycerol, stearic acid, and urea. However, urea stands out because it is less toxic to the environment in the subsequent degradation of the polymer and coming from renewable sources. It has a lower aggregate cost, which guarantees an excellent cost-benefit to the final product. Thus, this chapter will discuss the use of urea as a plasticizer to obtain thermoplastic starch films, focused on studying the final mechanical properties of the polymer.

**KEYWORDS:** Thermoplastic Starch; Films; Urea; Mechanical Properties; Plasticizers.

Os polímeros sintéticos são amplamente utilizados na fabricação de diversos produtos como utensílios domésticos, brinquedos, embalagens, peças industriais e automobilísticas, entre outros, e são destinados a uma ampla gama de aplicações. Com o aumento da demanda, a produção desse material é crescente e, conseqüentemente, há um aumento na geração de resíduos de plástico sintético. Esses resíduos não são biodegradáveis, e permanecem por muitos anos na natureza, sendo uma fonte contínua de contaminação altamente preocupante (IBRAHIM et al., 2019). Em vista da dificuldade de degradação, a utilização de biopolímeros, obtidos através de fontes renováveis, vem sendo estudada como uma alternativa aos polímeros sintéticos, obtidos por meio de refinamento de petróleo, uma vez que os biopolímeros são menos impactantes ao meio ambiente e possuem menor custo energético.

Um dos biopolímeros que tem apresentado destaque é proveniente do amido, cujas propriedades e modificações serão destacadas neste capítulo. O amido é um polissacarídeo obtido por meio de fontes naturais como batata, milho e mandioca, e está disponível em grande quantidade. Ele é proveniente do resíduo do processamento na agricultura, e apresenta relativo baixo custo, além de ser biodegradável e biocompatível. É constituído por uma macromolécula que apresenta uma estrutura formada por duas unidades básicas: a amilose e a amilopectina, que são constituídas por unidades de glicose unidas por ligações

glicosídicas  $\alpha$ -1,4 linear, e  $\alpha$ -1,4 com ramificações em  $\alpha$ -1,6 como apresentado na Figura 1. A ramificação da amilopectina é responsável pela semicristalinidade do biopolímero, sendo a proporção das unidades dependente da fonte utilizada (CORRADINI et al., 2005).

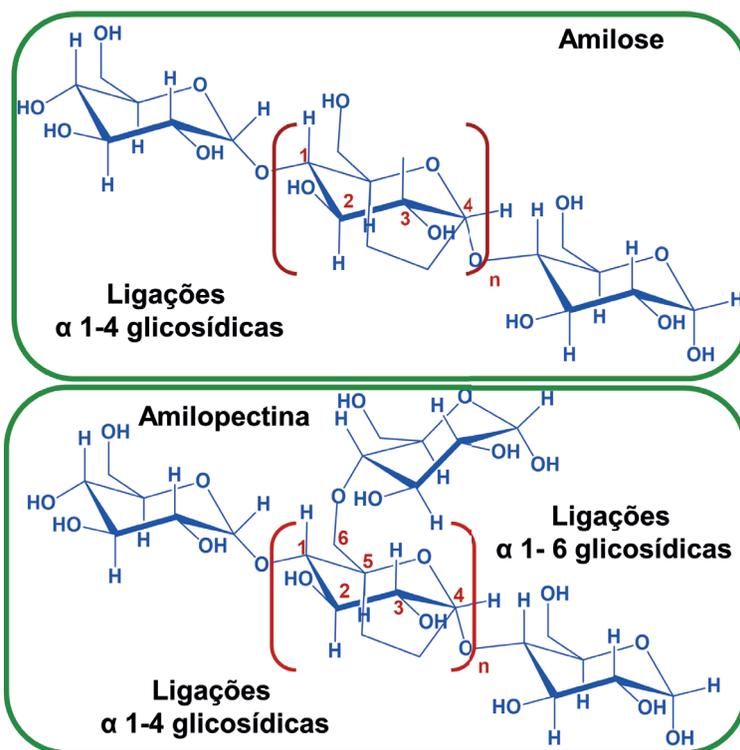


Figura 1 - Estrutura química da amilose e da amilopectina.

Fonte: Dos autores (2021).

Para aplicações em que o biopolímero de amido seja capaz de substituir os polímeros sintéticos, é necessário fazer a seleção de algumas características. Para muitos casos, a solubilidade em água é desejável, quando deseja-se manter a biodegradabilidade do material, como em aplicações em sistemas de liberação controlada de fertilizantes (VERSINO et al., 2020). Além disso, o amido também apresenta baixa resistência mecânica, e naturalmente sofre um fenômeno denominado de retrogradação, ou seja, o aumento da cristalinidade com o tempo, o que ocasiona uma piora da performance mecânica e de outras características físico-químicas iniciais obtidas após o processamento do amido (JIMÉNEZ et al., 2012).

Nesse âmbito, a inserção de materiais plastificantes na matriz polimérica de amido melhoram o desempenho mecânico do biopolímero, aumentando a flexibilidade do amido

por reduzir as fortes interações intermoleculares entre suas moléculas, dando mais mobilidade para as cadeias poliméricas, além de poderem alterar sua afinidade com a água (EDHIREJ et al., 2017).

A adição de plastificantes ocorre na etapa de processamento, na fase de gelatinização. Durante esse processo, a adição de plastificantes ocasiona a desestruturação e a quebra das ligações de hidrogênio entre as cadeias poliméricas, mediante uma variação de temperatura (fornecimento de energia), ocasionando a abertura das cadeias e o inchamento do amido. Assim, ocorre a formação de um amido termoplástico, do inglês *thermoplastic starch* (TPS), que é obtido por meio da adição do plastificante desejado (água, glicerol, ureia, entre outros), em uma faixa de temperatura entre 90°C a 180°C, como mostra a Figura 2.

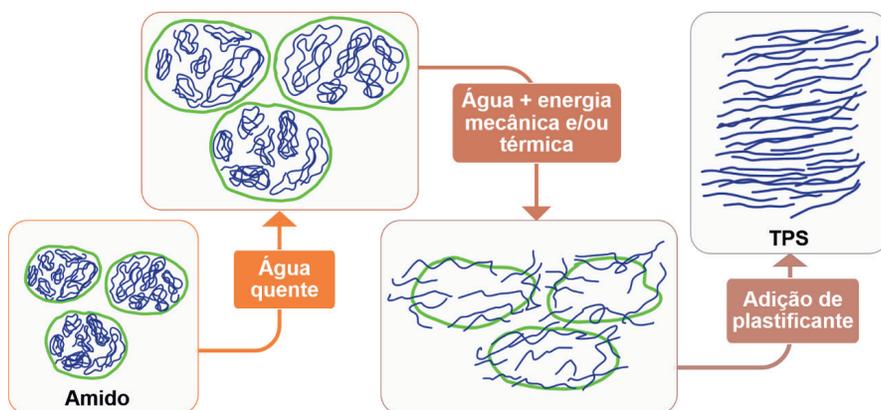


Figura 2: Processo de obtenção do amido termoplástico (TPS).

Fonte: Dos autores (2021).

Neste processo ocorre uma expansão da região amorfa, que age como uma força sob a região cristalina, levando ao colapso dos grânulos e, consecutivamente, provocando um aumento na viscosidade (WANG et al., 2013). Ao resfriar, com o passar do tempo, tanto as cadeias da amilose quanto as da amilopectina passam a se reorganizar, o que tende a ocorrer primeiramente com a amilose e, posteriormente, com a amilopectina, devido às diferenças estruturais (FU et al., 2015). Este fenômeno, chamado de retrogradação, altera as propriedades do material conforme o passar do tempo, e sua velocidade depende de diversos fatores, tais como o processamento, a quantidade de água presente, o modo de estocagem (temperatura e umidade), e se há presença de aditivos e reforços durante o processo (WANG et al., 2015).

Estas inserções no amido, tanto de reforços como modificadores, auxiliam na

melhoria das propriedades almejadas para a aplicação como biopolímero por também reduzirem a forte interação atrativa das moléculas de amilose e amilopectina do amido, que ocorrem por ligações de hidrogênio (IBRAHIM et al., 2019), além de conferirem maior flexibilidade ao material, melhorando sua resistência mecânica (ORTEGA-TORO et al., 2016). Assim, a partir da adição de plastificantes, além dos outros aditivos, é possível obter um produto com resposta comercial altamente desejável e que seja favorável ao meio ambiente.

Para o objetivo de estudo deste capítulo, serão considerados os materiais em forma de filme de amido termoplástico, uma vez que o amido pode ser acrescido de diversos materiais plastificantes, apresentando uma alta gama de alterações físicas e químicas em suas propriedades que podem ser utilizadas para diversas aplicações. Além disso, a forma de filme possui área superficial, desejável para produção de revestimentos, sistemas de liberação controlada, entre outros (MANIGLIA et al., 2019; VERSINO et al., 2019).

Como visto anteriormente, os plastificantes são altamente necessários como aditivos na matriz polimérica de filmes de amido, uma vez que, antes do tratamento, os materiais feitos puramente de amido são altamente quebradiços, com baixa flexibilidade e baixa resistência mecânica (JOUKI et al., 2013). Entretanto, as quantidades que devem ser adicionadas de plastificantes durante o processamento são controladas para garantir as propriedades adequadas do produto final, como a permeabilidade e a hidrofiliabilidade dos filmes, uma vez que a maior parte dos plastificantes possuem caráter hidrofílico. Caso a concentração de um determinado plastificante seja menor que o indicado para o material, normalmente menores que 20 g de plastificante para 100 g de amido, ocorre o efeito antiplastificante, em que a flexibilidade e a hidrofiliabilidade são diminuídas, uma vez que não são suficientes para o aumento de mobilidade molecular dos filmes de amido (SHIMAZU et al., 2007). Além disso, quantidades muito elevadas de plastificante também devem ser evitadas para a aplicação em filmes, uma vez que o material pode passar a se comportar como gel ou pasta (WANG et al., 2014).

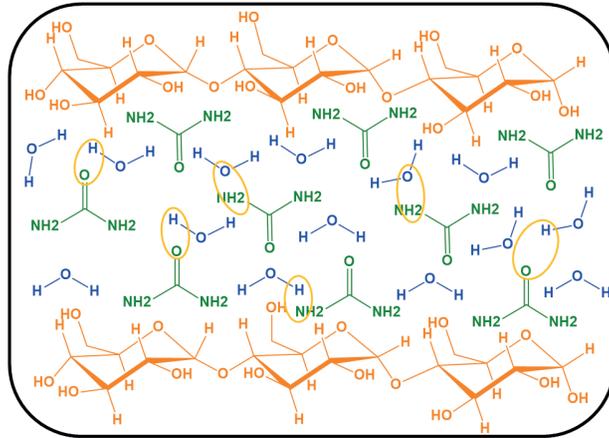
Dentre os plastificantes mais utilizados para reforçar biopolímeros estão os polióis, principalmente glicerol, sorbitol e xilitol, além de ureia, frutose, glicose e sacarose, trietilenoglicol e trietanolamina, uma vez que possibilitam a produção de filmes biodegradáveis e mais flexíveis (EDHIREJ et al., 2017). Um dos plastificantes de alto interesse é a ureia, uma vez que apresenta baixo custo agregado, é proveniente de fontes renováveis e possui baixa toxicidade, além de ser considerada uma das maiores fontes de fertilizantes nitrogenados (RYCHTER et al., 2016).

Além disso, a ureia apresenta boa atuação como plastificante em filmes de amido, devido à presença de dois grupos amina e um grupo carbonila, melhorando as propriedades mecânicas devido às suas fortes interações com amido (TIAN et al., 2019). Entretanto, como visto anteriormente, a análise da quantidade de ureia utilizada como plastificante é imprescindível, para que não ocorram efeitos negativos nas propriedades mecânicas dos

filmes de amido termoplástico.

Wang et al. (WANG et al., 2014) caracterizaram filmes de amido com ureia como plastificante e os classificaram em três diferentes conjuntos, conforme a quantidade em massa adicionada de ureia. Para o primeiro conjunto, com uma porcentagem mássica de ureia adicionada menor que 10%, observou-se um efeito antiplastificante. Esse efeito foi relacionado à captura da ureia pelo polímero através de ligações de hidrogênio. Foi observado, para esse conjunto, uma melhora na resistência à tração e um alongamento reduzido de ruptura. Para porcentagem mássicas entre 10% e 30%, no segundo conjunto, houve um efeito efetivo do plastificante, uma vez que se observou as moléculas livres da ureia atuando nos filmes de amido. Para esse caso, houve diminuição na resistência à tração e um aumento no alongamento de ruptura. A Figura 3 esquematiza os efeitos antiplastificante e plastificante para a ureia, que estão correlacionados aos resultados encontrados para o primeiro e segundo conjuntos mencionados, respectivamente. Já para porcentagens mássicas maiores que 30% de ureia, houve uma separação de fases macroscópica, com uma supersaturação de ureia nos filmes de amido. Neste último conjunto, as propriedades de tração e ruptura foram impactadas negativamente.

### Plastificação



### Antiplastificação

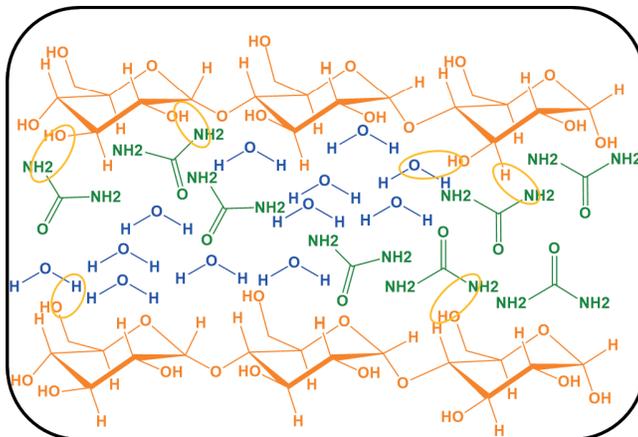


Figura 3: Interações plastificantes e antiplastificantes entre ureia e amido.

Fonte: Dos autores (2021).

Outros estudos realizados com ureia também mostram comportamentos semelhantes. Pyspadas et al. (PYSHPADASS et al., 2008) desenvolveram estudos variando as quantidades de ureia em filmes de amido termoplástico. Embora seja natural que surja a hipótese de que maiores concentrações de plastificante garantirão melhores propriedades mecânicas ao filme, o efeito contrário foi comprovado pelos autores, o que corrobora os resultados obtidos por Wang et al. (WANG et al., 2014). Elevadas quantidades de ureia na formulação causam um bloqueio na estrutura do filme, interferindo nas interações entre as cadeias do amido, o que leva ao aumento do volume livre e, conseqüentemente, uma piora nas propriedades mecânicas almejadas para o filme (PYSHPADASS et al., 2008).

Os mesmos autores também exploram a comparação entre a ureia e outros dois

plastificantes (glicerol e ácido esteárico) com relação ao decaimento da resistência mecânica do filme em função da concentração de plastificante, sendo que a ureia apresentou o maior impacto positivo nas resistências mecânicas dos filmes, o que pode ser explicado pelo seu baixo peso molecular em comparação a outros plastificantes. Eles constataram que, para a extrusão de filmes de amido flexíveis, utilizando ureia como único plastificante em altas concentrações, ela se decompõe com o aumento da temperatura, liberando amônia e biureto. Sendo assim, concluíram que era necessário a utilização de pelo menos 20% de outro plastificante, no caso o glicerol.

Gamarano et al. (GAMARANO et al., 2020) limitaram a concentração máxima de ureia em 10%, e produziram filmes de amido termoplástico por extrusão com glicerol e ureia como plastificantes, fixando a proporção 75:30 (m/m) de amido/glicerol, e variando a quantidade de ureia em massa (1,5 e 10%) para avaliar como a presença afetaria a estrutura cristalina e gelatinização do amido no processo de extrusão. Eles constataram que a presença de ureia facilita a gelatinização do amido e sugeriram que induz a cristalização da amilose por deixar mais glicerol livre. Durante a gelatinização, os plastificantes eliminam interações amido-amido, que são substituídas por interações amido-plastificante, aumentando a mobilidade das cadeias poliméricas e diminuindo a entalpia de gelatinização (ZUO et al., 2015). Eles concluíram que a mistura de glicerol e ureia é melhor plastificante do que apenas glicerol e que, com o aumento da concentração de ureia, a plastificação ocorre mais facilmente. Isso pode ser atribuído ao fato das ligações amido-ureia serem mais fortes do que as ligações amido-glicerol, devido aos grupos amino duplos da ureia que podem ligar-se de forma mais estável às moléculas de amido (IVANIĆ et al., 2017). Garamano et al. (GAMARANO et al., 2020) também constataram que a ureia contribui para a hidratação dos filmes sendo que, abaixo da concentração de 10%, a ureia age nos filmes como antiplastificante, por interagir com o amido via ligações de hidrogênio, assim como comprovado por outros estudos similares citados anteriormente, e ilustrados na Figura 3.

A maneira como diferentes plastificantes afetam as propriedades estruturais e mecânicas do amido foi estudada por diversos autores. Edhirej et al. (EDHIREJ et al, 2017) constataram que a absorção de umidade e a solubilidade em água dos filmes de amido aumentaram com a adição dos plastificantes frutose, ureia, trietilenoglicol e trietanolamina. Ibrahim et al. (IBRAHIM et al., 2019) avaliaram o efeito da adição de 0%, 25%, 40% e 55% (m/m) de frutose, sorbitol e ureia como plastificantes em filmes à base de amido de milho. Eles observaram que a presença destes plastificantes aumentou a espessura e a retenção de água, bem como a solubilidade, sendo que para a ureia este efeito foi mais perceptível. Além do fato dos plastificantes estudados pelos autores serem hidrofílicos, a adição deles no processo diminui a interação entre as moléculas de polímero, o que facilita a entrada de água pelo distanciamento das cadeias poliméricas.

Uma vez que as análises discutidas até aqui são indicativas do potencial favorável de aplicação de filmes de amido em presença de ureia na área de biopolímeros, é

importante ressaltar as propriedades gerais dos materiais obtidos, sobretudo com relação às propriedades mecânicas, que são imprescindíveis e decisivas na escolha da aplicação para esses materiais.

Nesse âmbito, alguns estudos podem ser mencionados para a discussão dessas propriedades. Ibrahim e colaboradores (IBRAHIM et al., 2019) indicam que o desempenho mecânico de biopolímeros à base de amido termoplástico é afetado por diversos fatores, como a origem, ou seja, a razão amilose/amilopectina, as circunstâncias ambientais (temperatura e umidade), os métodos de processamento, bem como os tipos e concentrações de plastificantes. Os autores avaliaram as propriedades mecânicas dos filmes a base de amido proveniente do milho, a partir de ensaios de tração e do módulo de Young. Foi observado que a resistência à tração dos filmes diminuiu com o aumento da concentração de plastificante de 25% a 55% (m/m). Os resultados obtidos para 25% de plastificante foram de 6,8 MPa para a frutose, 4,52 MPa para o sorbitol e 0,62 MPa a ureia nos filmes a base de amido. A ureia apresentou os menores valores para ambas as concentrações estudadas. Com o aumento da concentração de plastificante, as ligações de hidrogênio entre o amido e as moléculas de plastificante se tornam mais fracas, sendo bem mais fortes quando o teor de plastificante é menor.

Edhirej et al. (EDHIREJ et al., 2017) estudaram a concentração de plastificantes, dentre eles a ureia, na formulação dos filmes de amido proveniente de mandioca, com concentrações de plastificante de 30%, 45% e 60% (m/m). Para todos os plastificantes utilizados (frutose, ureia, trietilenoglicol e trietanolamina) houve significativa diminuição na resistência à tração com o aumento da concentração de plastificante, sendo o melhor resultado obtido para 30% de frutose (resistência a tração de 4,7 MPa e módulo de Young de 69 MPa), e o menor valor obtido para 60% de trietanolamina como plastificante (resistência à tração aproximadamente de 0,1 MPa e módulo de Young próximo a zero). A ureia apresentou resistência à tração de aproximadamente 0,8 MPa na concentração de 30% e módulo de Young de aproximadamente 8 MPa.

Zuo et al. (ZUO et al., 2015) avaliaram plastificantes (30% m/m) com aminas (formamida e ureia) e com álcoois (etilenoglicol, glicerol, sorbitol) para preparação de filmes amido (proveniente do milho) termoplástico, e concluíram que as aminas são melhores plastificantes que os álcoois, e os resultados experimentais mostraram que a formamida apresentou maior grau de plastificação por ter menor peso molecular. Quanto maior o grau de plastificação, mais ligações de hidrogênio intra e intermoleculares do amido foram destruídas, sendo observada a diminuição da resistência à tração, aumento na elongação e absorção de água. A ureia, porém, em determinadas concentrações, pode tornar o amido termoplástico mais duro e quebradiço, uma vez que recristaliza no amido termoplástico.

Maniglia et al. (MANIGLIA et al., 2019), estudaram como a forma de isolamento do amido afeta as propriedades estruturais e mecânicas durante a produção de filmes para revestimento de alimentos sensíveis à oxidação. É importante destacar que é necessário

avaliar qual plastificante é mais adequado para cada tipo de amido dependendo do método utilizado para seu isolamento. Utilizando uma concentração de plastificante de 19% (m/m), os autores concluíram que para amido de babaçu isolado por via ácida ou alcalina, é preferível o uso de plastificantes como glicerol e ureia, que possuem baixo peso molecular, e produzem filmes mais solúveis em água e menos cristalinos. Para amido isolado em meio aquoso, com maior conteúdo de amilose, plastificantes como glicose e sorbitol, que apresentam mais grupos -OH na estrutura são mais eficientes, devido a maiores interações intermoleculares por ligações secundárias de pontes de hidrogênio. O material que apresentou melhor resistência mecânica foi o amido isolado em água e plastificado com glicerol (63 MPa), porém seu valor de alongação foi de 0,7%. Utilizando a ureia como plastificante, para o amido isolado em meio ácido e básico, obtiveram uma resistência à tração de 15,9 MPa (alongação de 2,1%) e 16,7 MPa (alongação de 2,4%), respectivamente. Já, para amido isolado em água, obtiveram uma resistência à tração de 25,1 MPa e alongação de 1,2%.

Tendo em vista a grande gama de plastificantes a serem aplicados e como eles podem apresentar resultados diferentes, Ivanič et al. (IVANIČ et al., 2017) destacaram a necessidade de se aumentar os esforços na avaliação do efeito sinérgico do uso de dois ou mais plastificantes. Eles avaliaram o uso de glicerol, um aditivo muito comum para o amido, e ureia, devido às fortes ligações de hidrogênio que ela pode formar com amido. Mantendo-se a porcentagem de plastificantes em 60% e aumentando a concentração de ureia, houve um aumento na resistência à tração de 0,3 para 1,4 Mpa. Ao retirar o glicerol, o valor de resistência a tração passou a ser de 15,7 MPa, mas o valor de alongação na ruptura caiu 32%, o que mostra que o material é frágil, porém ainda apresenta dureza significativa se comparado a outros biopolímeros como o ácido polilático.

As propriedades mecânicas e estabilidade de armazenamento de filmes de amido de mandioca reforçados com partículas de bagaço de mandioca e plastificados com diferentes quantidades de ureia foram estudados por Versino e colaboradores (VERSINO et al., 2019). Eles observaram que a resistência à tração inicial, com relação ao filme de amido reforçado com bagaço de mandioca, diminuiu com o aumento da concentração em massa de ureia, tornando o material mais flexível e aumentando a deformação de alongação. Com uma concentração de ureia de 37,5% (m/m) obteve-se o material mais flexível, e com 50% (m/m) de ureia houve aumento na resistência à tração, porém diminuição na alongação. Estes resultados destacam a eficiência da ureia em atuar como plastificante e reforçam as informações afirmadas por Wang et al. (WANG et al., 2014) de que, em concentrações mais altas, a ureia atua distanciando as cadeias poliméricas e aumentando a absorção de água. Após 30 dias de armazenamento, as amostras apresentaram comportamentos bem diferentes, com redução da resistência à tração, devido ao aumento da cristalinidade, e este efeito foi mais significativo para as amostras com 25% de ureia em massa. Filmes com maior quantidade de ureia, de 37,5% e 50% em massa, apresentaram menor cristalização

do amido com o passar do tempo devido à maior quantidade de ureia entre as cadeias poliméricas, que dificultam seu alinhamento.

Os filmes de amido termoplásticos obtidos em presença de ureia, considerando todas as propriedades favoráveis previamente discutidas, podem ser usados em diversas aplicações, com destaque para o uso na área de fertilizantes para controle de liberação de nutrientes. Os fertilizantes proporcionam aumento da produtividade das culturas, sendo o nitrogênio um nutriente imprescindível na lavoura. Diversos fertilizantes nitrogenados são amplamente aplicados e estudados devido a relevância para o rendimento da colheita. Fertilizantes contendo ureia como fontes de nitrogênio podem ser revestidos em filmes de amido, proporcionando uma liberação prolongada deste macronutriente.

Xiao et al. (XIAO et al., 2017) produziram filmes de amido modificados por ureia promovendo a liberação lenta do fertilizante. Polímeros superabsorventes contendo amido foram preparados empregando-se um reômetro de torque. Dois métodos foram empregados; primeiro o amido foi modificado e posteriormente a ureia foi adicionada. O outro método constituiu em acrescentar a ureia concomitantemente à reação do amido. Os resultados indicaram que a quantidade de liberação excedeu 80% após 30 dias, quando comparados ao filme puro, e a liberação perdurou após 40 dias.

Rychter et al. (Rychter et al., 2016) obtiveram filmes de amido plastificados com ureia também para serem aplicados como fertilizantes. Os filmes foram obtidos pelo método de extrusão e os resultados evidenciaram o crescimento das plantas do tipo *Avena Sativa* e *Raphanus*. Os autores destacam as diversas vantagens para a agricultura na utilização desses filmes, sendo algumas delas a redução de perda de umidade, a atuação como fonte de nitrogênio, a biodegradabilidade e a diminuição do tempo de aplicação agrícola.

Versino e colaboradores (VERSINO et al., 2020) avaliaram filmes de amido e bagaço de mandioca contendo ureia nas concentrações de 25% e 37,5% (m/m) para liberação controlada de nitrogênio sobre plantação de tomate em crescimento. Eles obtiveram um sistema eficiente de dosagem de ureia, fácil de implementar para mudas em estufa com crescimento rápido, com uma melhor performance para os filmes com 25% de ureia.

Por fim, é possível concluir, a partir das propriedades mecânicas destacadas no capítulo, bem como seus resultados de atuação altamente favoráveis, sobretudo na área de fertilizantes, que os filmes de amido termoplástico em presença de ureia são uma alternativa promissora em detrimento dos polímeros sintéticos. Os filmes de TPS em presença de ureia, embora estudados há algum tempo, ainda têm altas perspectivas de ampliação de conhecimento, sobretudo com relação às melhorias das propriedades mecânicas. Esses filmes biopoliméricos são de grande destaque, uma vez que apresentam uma alta gama de aplicações, propriedades mecânicas eficientes, biodegradabilidade e excelente custo-benefício de confecção.

## REFERÊNCIAS

- CORRADINI, E. et al. Estudo Comparativo de Amidos Termoplásticos Derivados do Milho com Diferentes Teores de Amilose. **Polímeros> Ciência e Tecnologia**, v. 15, p. 268–273, 2005.
- EDHIREJ, A. et al. Effect of various plasticizers and concentration on the physical, thermal, mechanical, and structural properties of cassava-starch-based films. **Starch/Staerke**, v. 69, n. 1–2, p. 1–11, 2017.
- FU, Z. et al. Effect of food additives on starch retrogradation: A review. **Starch/Staerke**, v. 67, n. 1–2, p. 69–78, 2015.
- GAMARANO, D. DE S. et al. Crystal structure transformations in extruded starch plasticized with glycerol and urea. **Polymer Bulletin**, v. 77, n. 9, p. 4971–4992, 2020.
- IBRAHIM, M. I. J. et al. Physical, thermal, morphological, and tensile properties of cornstarch-based films as affected by different plasticizers. **International Journal of Food Properties**, v. 22, n. 1, p. 925–941, 2019.
- IVANIĆ, F. et al. Physical properties of starch plasticized by a mixture of plasticizers. **European Polymer Journal**, v. 93, n. March, p. 843–849, 2017.
- JIMÉNEZ, A. et al. Edible and Biodegradable Starch Films: A Review. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, n. 6, p. 2058–2076, 2012.
- JOUKI, M. et al. Effect of glycerol concentration on edible film production from cress seed carbohydrate gum. **Carbohydrate Polymers**, v. 96, n. 1, p. 39–46, 2013.
- MANIGLIA, B. C. et al. Which plasticizer is suitable for films based on babassu starch isolated by different methods? **Food Hydrocolloids**, v. 89, n. August 2018, p. 143–152, 2019.
- ORTEGA-TORO, R. et al. Thermoplastic Starch: Improving their Barrier Properties. **Agronomía Colombiana**, v. 34, n. 1Supl., p. S73–S75, 2016.
- PYSHPADASS, H. A.; MARX, D. B.; HANNA, M. A. Effects of extrusion temperature and plasticizers on the physical and functional properties of starch films. **Starch/Staerke**, v. 60, n. 10, p. 527–538, 2008.
- RYCHTER, P. et al. Utilization of starch films plasticized with urea as fertilizer for improvement of plant growth. **Carbohydrate Polymers**, v. 137, p. 127–138, 2016.
- SHIMAZU, A. A.; MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E. Efeitos plastificante e antiplastificante do glicerol e do sorbitol em filmes biodegradáveis de amido de mandioca. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 1, p. 79, 2007.
- TIAN, Y. et al. Microfibrillated cellulose modified with urea and its reinforcement for starch-based bionanocomposites. **Cellulose**, v. 26, n. 10, p. 5981–5993, 2019.
- VERSINO, F.; URRIZA, M.; GARCÍA, M. A. Eco-compatible cassava starch films for fertilizer controlled-release. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 134, p. 302–307, 2019.

VERSINO, F.; URRIZA, M.; GARCÍA, M. A. Cassava-based biocomposites as fertilizer controlled-release systems for plant growth improvement. **Industrial Crops and Products**, v. 144, n. May 2019, p. 112062, 2020.

WANG, J. L.; CHENG, F.; ZHU, P. X. Structure and properties of urea-plasticized starch films with different urea contents. **Carbohydrate Polymers**, v. 101, n. 1, p. 1109–1115, 2014.

WANG, S. et al. Starch Retrogradation: A Comprehensive Review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 14, n. 5, p. 568–585, 2015.

WANG, S.; COPELAND, L. Molecular disassembly of starch granules during gelatinization and its effect on starch digestibility: A review. **Food and Function**, v. 4, n. 11, p. 1564–1580, 2013.

XIAO, X. et al. One-step method to prepare starch-based superabsorbent polymer for slow release of fertilizer. **Chemical Engineering Journal**, v. 309, p. 607–616, 2017.

ZUO, Y. et al. Thermoplastic starch prepared with different plasticizers: Relation between degree of plasticization and properties. **Journal Wuhan University of Technology, Materials Science Edition**, v. 30, n. 2, p. 423–428, 2015.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aço galvanizado 6, 14, 15, 16, 17, 20, 24

Adsorção de íons 8, 130, 131, 133

Agente Antimicrobiano 183

Análise 6, 7, 1, 2, 5, 6, 8, 14, 29, 32, 38, 39, 40, 43, 58, 60, 64, 82, 83, 85, 93, 96, 98, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 122, 123, 125, 127, 135, 136, 137, 146, 162, 200, 241, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 258, 260, 263, 267, 268, 269, 276, 280, 281, 289, 296, 300, 303, 306, 307, 308, 312, 321

Análise Termogravimétrica 85

### B

Biofilmes 7, 81, 82, 83, 84

Biomassa 85, 87, 88, 91, 93

### C

Capacidade de Retenção 142, 144, 146, 147, 148

Catálise heterogênea 55, 57

Compósitos 6, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 159, 164, 197, 203

Compostos voláteis 7, 96, 100, 101

Condutividade térmica 195, 196, 197, 198, 200, 203, 204

Controle de qualidade 3, 4, 105, 106, 126, 127

Co-Precipitação 130, 131, 132, 133, 134, 139, 162

Criminalística 250, 251, 252, 261, 262

### D

Decantação 2, 4, 6, 7, 11, 87, 153

### E

Eletroquímica 5, 14, 17, 18, 20, 45, 46, 47, 48, 49, 311

Energia ultrassônica 220

### F

Fibras vegetais 36, 37, 40, 44, 152

Filmes 8, 10, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 81, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 237, 238, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 250, 261, 318

Fotocatálise 161, 164, 177, 180, 181, 208, 329

## **I**

Inibidores de corrosão 16, 45, 46

Inibidor verde 15, 47, 52

## **L**

Legislação 2, 4, 121, 124, 125, 126, 127, 143

## **M**

Método de síntese 209, 210, 214, 323, 327, 328, 329, 330

Morfologia 13, 36, 38, 41, 43, 130, 133, 200, 201, 202, 209, 210, 211, 212, 213, 220, 309, 310, 312, 314, 316

## **N**

Nanopartículas magnéticas 130, 131, 132, 133, 137, 139, 309, 310, 311

## **P**

Plastificantes 237, 238, 239, 240, 241, 243, 244, 245, 246

Polímeros Naturais 150, 151

Pré-tratamento 14, 15, 16, 23, 328

Propriedades Mecânicas 10, 15, 36, 39, 43, 151, 152, 237, 238, 241, 243, 245, 246, 247

## **Q**

Química Forense 10, 250, 251, 261, 262

Química Verde 2, 12, 45, 334

Quimiometria 5, 26

## **R**

Revestimentos 81, 196, 197, 241, 310

## **S**

Secagem 2, 4, 7, 8, 11, 58, 98, 107, 153, 260, 329

## **T**

Titulação espectrofotométrica 6, 26, 28, 29

## **V**

Voltametria 69, 309

 [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)

# A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA **QUÍMICA 2**

Eleonora Celli Carioca Arenare  
(Organizadora)

 [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)

# A GERAÇÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS NA **QUÍMICA 2**

Eleonora Celli Carioca Arenare  
(Organizadora)