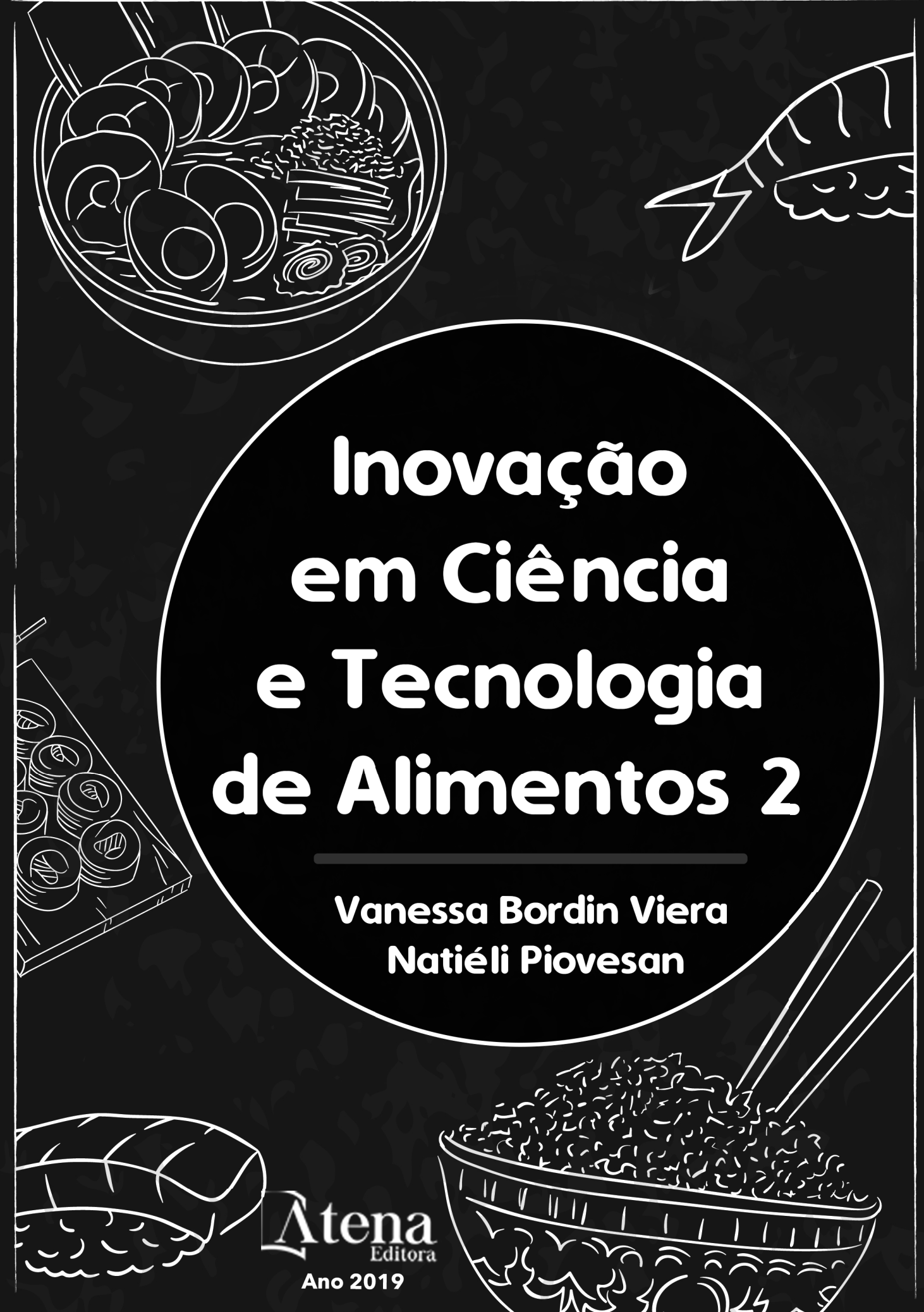


Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos 2

**Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan**

Atena
Editora
Ano 2019



Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos 2

**Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan**

Atena
Editora
Ano 2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
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 Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – 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 Internazionele delle Figlie de 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. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

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 Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
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
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
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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
158	<p>Inovação em ciência e tecnologia de alimentos 2 [recurso eletrônico] / Organizadoras Vanessa Bordin Viera, Natiéli Piovesan. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos; v. 2)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia. ISBN 978-85-7247-699-7 DOI 10.22533/at.ed.997190910</p> <p>1. Alimentos – Análise. 2. Alimentos – Indústria. 3. Tecnologia de alimentos. I. Viera, Vanessa Bordin. II. Piovesan, Natiéli. III. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 664.07</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O *e-book* Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Vol 1, 2 e 3, traz um olhar integrado da Ciência e Tecnologia de Alimentos. A presente obra é composta por 86 artigos científicos que abordam assuntos de extrema importância relacionados às inovações na área de Ciência e Tecnologia de alimentos.

No volume 1 o leitor irá encontrar 28 artigos com assuntos que abordam a inovação no desenvolvimento de novos produtos como sucos, cerveja, pães, *nibs*, doce de leite, produtos desenvolvidos a partir de resíduos, entre outros. O volume 2 é composto por 34 artigos desenvolvidos a partir de análises físico-químicas, sensoriais, microbiológicas de produtos, os quais tratam de diversos temas importantes para a comunidade científica. Já o volume 3, é composto por 25 artigos científicos que expõem temas como biotecnologia, nutrição e revisões bibliográficas sobre toxinfecções alimentares, probióticos em produtos cárneos, entre outros.

Diante da importância em discutir as inovações na Ciência e Tecnologia de Alimentos, os artigos relacionados neste *e-book* (Vol. 1, 2 e 3) visam disseminar o conhecimento e promover reflexões sobre os temas. Por fim, desejamos a todos uma excelente leitura!

Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DO TEOR DE HIDROXIMETILFURFURAL DO MEL DE <i>Melipona flavolineata</i> NO DECURSO DO PROCESSO DE DESUMIDIFICAÇÃO POR AQUECIMENTO	
Adriane Gomes da Silva Marcos Enê Chaves Oliveira Mozaniel Santana de Oliveira Cláudio José Reis de Carvalho Daniel Santiago Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.9971909101	
CAPÍTULO 2	6
ATIVIDADE ANTIOXIDANTE, ANTIFÚNGICA E ANTIBACTERIANA DO COGUMELO <i>Agaricus sylvaticus</i> : UMA AVALIAÇÃO <i>IN VITRO</i>	
Naiane Rodrigues Ferreira Joice Vinhal Costa Orsine Thaís Diniz Carvalho Abdias Rodrigues da Mata Neto Milton Luiz da Paz Lima Maria Rita Carvalho Garbi Novaes	
DOI 10.22533/at.ed.9971909102	
CAPÍTULO 3	18
AUTOCHTHONHUS MICROBIOTA OF THE COCONUT SPROUT (<i>Cocos nucifera</i> L.: Arecaceae)	
Anna Luiza Santana Neves Amanda Rafaela Carneiro de Mesquita Edleide Freitas Pires	
DOI 10.22533/at.ed.9971909103	
CAPÍTULO 4	26
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E DETERMINAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE QUEIJO COLONIAL	
Janaina Schuh Cecília Alice Mattiello Mariane Ferenz Marina Ribeiros Silvani Verruck Nei Fronza Álvaro Vargas Júnior Fabiana Bortolini Foralosso André Thaler Neto Sheila Mello da Silveira	
DOI 10.22533/at.ed.9971909104	

CAPÍTULO 5	36
AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DE DOCE CREMOSO, GELEIAS, CHUTNEY E RELISH DE VEGETAIS	
Felipe de Lima Franzen	
Tatiane Codem Tonetto	
Marialene Manfio	
Janine Farias Menegaes	
Marlene Terezinha Lovatto	
Mari Silvia Rodrigues de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.9971909105	
CAPÍTULO 6	45
AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE VIDA DE PRATELEIRA ACELERADA EM PÃO DE ALHO	
Thainá Rodrigues Stella	
Jessica Basso Cavalheiro	
Jéssica Loraine Duenha Antigo	
Leticia Misturini Rodrigues	
Jane Martha Graton Mikcha	
Samiza Sala Michelin	
Grasiele Scaramal Madrona	
DOI 10.22533/at.ed.9971909106	
CAPÍTULO 7	54
AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CAFÉS SOLÚVEIS COMERCIAIS	
Lívia Alves Barroso	
Iara Lopes Lemos	
João Vinícios Wirbitzki da Silveira	
Tatiana Nunes Amaral	
DOI 10.22533/at.ed.9971909107	
CAPÍTULO 8	59
AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DAS ETAPAS DE PRODUÇÃO DE ALIMENTO INSTANTÂNEO PRODUZIDO A PARTIR DE RESÍDUOS DE PEIXES	
Daniela Fernanda Lima de Carvalho Cavenaghi	
Aurélia Regina Araújo da Silva	
Bruna Rosa dos Anjos	
Aryadne Karoline Carvalho Santiago	
Carolina Balbino Garcia dos Santos	
Wander Miguel de Barros	
Luzilene Aparecida Cassol	
DOI 10.22533/at.ed.9971909108	
CAPÍTULO 9	65
CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DA FARINHA DE ORA-PRO-NÓBIS (<i>Pereskia aculeata</i> mil.)	
Márlia Barbosa Pires	
Ana Karoline Silva dos Santos	
Keila Garcia da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.9971909109	

CAPÍTULO 10 77

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE LARVAS DE TENÉBRIO (*Tenebrio molitor* L.) CRIADO PARA CONSUMO HUMANO

Daniela Fernanda Lima de Carvalho Cavenaghi

Juracy Caldeira Lins Junior

Juliana Maria Amabile Duarte

Wander Miguel de Barros

Neidevon Realino de Jesus

DOI 10.22533/at.ed.99719091010

CAPÍTULO 11 85

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICAS DE DIFERENTES VARIEDADES DE OLIVAS PRODUZIDAS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Lívia Alves Barroso

Iara Lopes Lemos

Gustavo de Castro Barroso

Tatiana Nunes Amaral

DOI 10.22533/at.ed.99719091011

CAPÍTULO 12 90

COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE FRUTAS ORGÂNICAS E CONVENCIONAIS

Júlia Montenegro

Renata dos Santos Pereira

Joel Pimentel Abreu

Anderson Junger Teodoro

DOI 10.22533/at.ed.99719091012

CAPÍTULO 13 98

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE HERBICIDA (FITOTÓXICA) DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Lippia thymoides* Mart. & Schauer (VERBENACEAE)

Sebastião Gomes Silva

Renato Araújo da Costa

Jorddy Neves da Cruz

Mozaniel Santana de Oliveira

Lidiane Diniz do Nascimento

Wanessa Almeida da Costa

José Francisco da Silva Costa

Daniel Santiago Pereira

Antônio Pedro da Silva Sousa Filho

Eloisa Helena de Aguiar Andrade

DOI 10.22533/at.ed.99719091013

CAPÍTULO 14 108

CONTEÚDO DE COMPOSTOS FENÓLICOS EM EXTRATOS DE PÉTALAS DE ROSA (*ROSA X GRANDIFLORA* HORT.), OBTIDOS POR EXTRAÇÃO COM ULTRASSOM

Felipe de Lima Franzen

Juciane Prois Fortes

Jéssica Righi da Rosa

Giane Magrini Pigatto

Janine Farias Menegaes

Mari Sílvia Rodrigues de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.99719091014

CAPÍTULO 15 116

DESIDRATAÇÃO DE FRUTAS PELO MÉTODO DE CAMADA DE ESPUMA

Heloisa Alves de Figueiredo Sousa
Josemar Gonçalves Oliveira Filho
Edilsa Rosa da Silva
Ivanete Alves de Santana Rocha
Rosenaide Dias Braga de Sousa
Isac Ricardo Rodrigues da Silva
Diana Fernandes de Almeida
Helloyse Eugênia da Rocha Alencar
Mariana Buranelo Egea

DOI 10.22533/at.ed.99719091015

CAPÍTULO 16 128

EFEITO DE TRÊS MÉTODOS DE ABATE SOBRE OS INDICADORES DE QUALIDADE DA CARNE DA TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) RESFRIADA

Elaine Cristina Batista dos Santos
Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho
Elisabete Maria Macedo Viegas

DOI 10.22533/at.ed.99719091016

CAPÍTULO 17 140

EFEITOS CITOHEMATOLÓGICOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM *AGARICUS BRASILIENSIS* NA CRIAÇÃO DE TILÁPIAS DO NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*)

Flávio Ferreira Silva
William César Bento Regis

DOI 10.22533/at.ed.99719091017

CAPÍTULO 18 152

EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO PROFILÁTICA COM *AGARICUS BRASILIENSIS* EM DE TILÁPIAS DO NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) DESAFIADAS POR *AEROMONAS HYDROPHILA*

Flávio Ferreira Silva
William César Bento Regis

DOI 10.22533/at.ed.99719091018

CAPÍTULO 19 160

EFEITOS DE DIFERENTES MÉTODOS DE COZELHO NAS CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E FÍSICO-QUÍMICAS DE CENOURAS (*Daucus carota* L.) PRONTAS PARA CONSUMO

Fabiana Bortolini Foralosso
Cauana Munique Haas
Maria Eduarda Peretti
Alvaro Vargas Júnior
Sheila Mello da Silveira
Nei Fronza

DOI 10.22533/at.ed.99719091019

CAPÍTULO 20 172

ERVAS AROMÁTICAS E ESPECIARIAS COMO FONTE DE ANTIOXIDANTES NATURAIS

Aline Sobreira Bezerra
Angélica Inês Kaufmann
Maiara Cristíni Maleico
Mariana Sobreira Bezerra

DOI 10.22533/at.ed.99719091020

CAPÍTULO 21	181
EVALUATION OF THE PROCESS OF DESPECTINIZATION OF CUPUAÇU PULP (<i>Theobroma grandiflorum</i>)	
Luana Kelly Baltazar da Silva	
Lenice da Silva Torres	
Tatyane Myllena Souza da Cruz	
Layana Natália Carvalho de Lima	
Rayssa Silva dos Santos	
Adriano César Calandrini Braga	
DOI 10.22533/at.ed.99719091021	
CAPÍTULO 22	188
EXTRAÇÃO ASSISTIDA POR ULTRASSOM PARA OBTENÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DE CASCA DE ATEMOIA (<i>Annona cherimola</i> Mill x <i>Annona squamosa</i>)	
Caroline Pagnossim Boeira	
Déborah Cristina Barcelos Flores	
Bruna Nichelle Lucas	
Claudia Severo da Rosa	
Natiéli Piovesan	
Francine Novack Victoria	
DOI 10.22533/at.ed.99719091022	
CAPÍTULO 23	197
FARELO DE MILHO: UM INGREDIENTE PARA DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E PROCESSOS ALIMENTÍCIOS	
Tainara Leal de Sousa	
Milena Figueiredo de Sousa	
Rafaiane Macedo Guimarães	
Adrielle Borges de Almeida	
Mariana Buranelo Egea	
DOI 10.22533/at.ed.99719091023	
CAPÍTULO 24	209
INVESTIGAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE FILMES BIOPOLIMÉRICOS CONTENDO NANOPARTÍCULAS DE OURO	
Maicon Roldão Borges	
Carla Weber Scheeren	
DOI 10.22533/at.ed.99719091024	
CAPÍTULO 25	216
MALDI-TOF MS BIOSENSOR IN MICROBIAL ASSESSMENT OF KEFIR PROBIOTIC	
Karina Teixeira Magalhães-Guedes	
Roberta Oliveira Viana	
Disney Ribeiro Dias	
Rosane Freitas Schwan	
DOI 10.22533/at.ed.99719091025	

CAPÍTULO 26 223

META-ANÁLISE COMO FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DE DIFERENTES COPRODUTOS UTILIZADOS EM DIETAS PARA COELHOS DE CORTE

Diuly Bortoluzzi Falcone
Ana Carolina Kohlrausch Klinger
Amanda Carneiro Martini
Geni Salete Pinto de Toledo
Luciana Pötter
Leila Picolli da Silva

DOI 10.22533/at.ed.99719091026

CAPÍTULO 27 228

MODELAGEM TERMODINÂMICA E DETERMINAÇÃO DA SOLUBILIDADE DO ÓLEO DE BACABA (*Oenocarpus bacaba*) E UCUÚBA (*Virola surinamensis*) COM DIÓXIDO DE CARBONO SUPERCRÍTICO

Eduardo Gama Ortiz Menezes
Jhonatas Rodrigues Barbosa
Leticia Maria Martins Siqueira
Raul Nunes de Carvalho Junior

DOI 10.22533/at.ed.99719091027

CAPÍTULO 28 237

PARÂMETROS BIOQUÍMICOS DAS SEMENTES DE CAFÉ (*Coffea arabica*, L.) EM FUNÇÃO DE DA ADUBAÇÃO NITROGENADA

Danilo Marcelo Aires dos Santos
Enes Furlani Júnior
Michele Ribeiro Ramos
Eliana Duarte Cardoso
André Rodrigues Reis

DOI 10.22533/at.ed.99719091028

CAPÍTULO 29 249

PRÉ-TRATAMENTO DE CASCAS DE AMENDOIM COM ULTRASSOM DE ALTA INTENSIDADE: EFEITO ESTRUTURAL E LIBERAÇÃO DE AÇÚCARES

Tiago Carregari Polachini
Antonio Mulet
Juan Andrés Cárcel
Javier Telis-Romero

DOI 10.22533/at.ed.99719091029

CAPÍTULO 30 264

QUALIDADE DA FIBRA DO ALGODOEIRO (*Gossypium hirsutum* L.) EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO FOLIAR

Danilo Marcelo Aires dos Santos
Michele Ribeiro Ramos
Bruna Gonçalves Monteiro
Enes Furlani Júnior
Anderson Barbosa Evaristo
Marisa Campos Lima
Gustavo Marquardt
Geovana Alves Santos
Leticia Marquardt

DOI 10.22533/at.ed.99719091030

CAPÍTULO 31	274
RESULTADOS A PARTIR DE EQUIPAMENTO PORTÁTIL E DE BAIXO CUSTO DESENVOLVIDO PARA DETECÇÃO DE ADULTERAÇÕES EM LEITE	
Wesley William Gonçalves Nascimento	
Mariane Parma Ferreira de Souza	
Ana Carolina Menezes Mendonça Valente	
Virgílio de Carvalho dos Anjos	
Marco Antônio Moreira Furtado	
Maria José Valenzuela Bell	
DOI 10.22533/at.ed.99719091031	
CAPÍTULO 32	282
TEOR DE CAFÉINA E RENDIMENTO DE SEMENTES DE CINCO CULTIVARES DE GUARANAZEIRO COLHIDAS EM TRÊS ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO E SUBMETIDAS A SEIS PERÍODOS DE FERMENTAÇÃO	
Lucio Pereira Santos	
Lucio Resende	
Enilson de Barros Silva	
DOI 10.22533/at.ed.99719091032	
CAPÍTULO 33	296
VALORIZATION OF WASTE COFFEE HUSKS: RECOVERY OF BIOACTIVE COMPOUNDS USING A GREEN EXTRACTION METHOD	
Ádina Lima de Santana	
Gabriela Alves Macedo	
DOI 10.22533/at.ed.99719091033	
CAPÍTULO 34	305
VIABILIDADE DE <i>BACILLUS CLAUSII</i> , <i>BACILLUS SUBTILIS</i> E <i>BACILLUS SUBTILIS</i> VAR NATTO EM NÉCTAR E POLPA DE CAJU	
Adriana Lucia da Costa Souza	
Luciana Pereira Lobato	
Rafael Ciro Marques Cavalcante	
Roberto Rodrigues de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.99719091034	
SOBRE AS ORGANIZADORAS.....	319
ÍNDICE REMISSIVO	320

INVESTIGAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE FILMES BIOPOLIMÉRICOS CONTENDO NANOPARTÍCULAS DE OURO

Maicon Roldão Borges

Escola de Química e Alimentos – Universidade Federal do Rio Grande, Rua Barão do Caí, 125- Campus Santo Antônio da Patrulha – CEP: 95500-000 – Santo Antônio da Patrulha – RS – Brasil

Carla Weber Scheeren

Escola de Química e Alimentos – Universidade Federal do Rio Grande, Rua Barão do Caí, 125- Campus Santo Antônio da Patrulha – CEP: 95500-000 – Santo Antônio da Patrulha – RS – Brasil e-mail: (carlascheeren@gmail.com)

RESUMO: Nanopartículas de Au foram sintetizadas pela redução do complexo *tetracloroáurico* triidratado ($\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) em líquido iônico *hexafluorofosfato de 1-n-butil-3-metil-imidazólio* (BMI.PF₆) usando boroidreto de sódio como redutor em temperatura ambiente. Posteriormente as nanopartículas de Au obtidas foram suportadas em filmes biopoliméricos, utilizando-se solução de acetato de celulose dissolvido em acetona. Os filmes biopoliméricos contendo nanopartículas de Au suportadas foram aplicados na investigação da atividade antimicrobiana frente às bactérias *E.Coli* e *S. Aureus*.

PALAVRAS-CHAVE: Filmes biopoliméricos, Nanopartículas de Au, Líquido iônico, Atividade antimicrobiana.

ABSTRACT: Au nanoparticles were synthesized by reduction of tetrachloroauric trihydrate complex ($\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) in hexafluorophosphate 1-*n*-butyl-3- methyl-imidazolium ionic liquid (BMI.PF₆) using sodium borohydride as reducing agent at room temperature. Subsequently, the Au nanoparticles obtained were supported in biopolymeric films using solution of cellulose acetate dissolved in acetone. The biopolymeric films containing Au nanoparticles supported were applied in investigation of antimicrobial activity against bacteria *E.coli* and *S. aureus*.

KEYWORDS: Biopolymeric films, Au nanoparticles, Ionic Liquid, Antimicrobial activity.

1 | INTRODUÇÃO

Multidisciplinar a nanociência tem potencial de aplicação em diferentes áreas como: alimentos, biologia, física, química e engenharia.¹ A combinação de nanopartículas (NPs) metálicas e filmes biopoliméricos com atividade antibacteriana têm sido muito estudados, os quais exibem grande atividade tóxica frente a bactérias e outros microorganismos, como fungos e também o sistema humano.²⁻⁹ NPs metálicas são capazes de incapacitar micróbios através da interação com algumas enzimas, proteínas e/ou DNA, inibindo a proliferação celular ou divisão celular.

Para estas aplicações, NPs têm sido suportadas em biopolímeros em várias formas (por ex. cateteres, material dentário, dispositivos médicos, implantes e curativos para queimaduras) com o objetivo de proteger contra a contaminação microbiana. Para aplicações médicas, o acetato de celulose (AC) é um bom candidato, porque este polímero é hidrofílico, não tóxico, biodegradável e renovável.¹⁰ Podemos citar um exemplo, onde tecido de algodão foi usado como suporte para NPs de prata (41 ± 7 nm) com efeito antimicrobiano em bactérias gram-positivas (*Staphylococcus aureus*) e gram-negativas (*Escherichia coli*). Filmes biopoliméricos de acetato de celulose semipermeáveis foram utilizados como suporte para NPs de Pt e Au.¹¹ Entretanto, um filme polimérico pode exibir outras vantagens adicionais como um material com maior capacidade de imobilização e seletividade, redução no tamanho de partícula, prevenção da aglomeração das NPs e estabelecimento de uma região de contato poroso entre as fases líquida e gasosa com a estrutura polimérica.¹² Neste trabalho, nós demonstramos a combinação de NPs de Au sintetizadas em líquido iônico BMI.PF₆ suportadas em filme biopolimérico de acetato de celulose com investigação em atividade antimicrobiana frente as bactérias *S. aureus* e *E. coli*. A combinação gerou a formação de um material com estrutura porosa com fácil incorporação das NPs de Au e boa atividade antimicrobiana. Este material pode ser utilizado na fabricação de filmes antimicrobianos para embalagem de alimentos, proporcionando assim maior tempo de conservação.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Síntese de NPs de Au em líquido iônico BMI.PF₆: Foi preparada uma solução dissolvendo borohidreto de sódio (NaBH₄), (9,25 mg, 250 mmol) em 2 mL de metanol e disperso em 1 mL de líquido iônico (BMI.PF₆). Separadamente, foi preparada uma solução contendo o precursor utilizado na síntese de NPs de Au, HAuCl₄.3H₂O (10 mg, 25 mmol) dissolvido em 2 mL de metanol e disperso em 1 mL de líquido iônico (BMI.PF₆), esta solução formada foi agitada a temperatura ambiente por 15 min, formando uma solução amarela. Posteriormente a primeira solução contendo NaBH₄ foi adicionada a segunda solução contendo ouro formando uma solução vermelha (característica da formação de NPs de ouro). A solução de NPs de Au obtida foi analisada em espectrofotômetro UV-Vis e por MET.

Síntese da solução biopolimérica e dos filmes biopoliméricos contendo NPs de Au suportadas: Neste experimento, foi preparada uma solução contendo 35 mL de acetona e 2,5 g de acetato de celulose, após dissolução do acetato de celulose a mistura permaneceu em repouso por 1 h, para obter a viscosidade desejada. Após 1 h os filmes biopoliméricos foram preparados, sendo que foram preparados filmes biopoliméricos sem NPs (denominados de branco, AC) e filmes contendo 10 mg de NPs de Au (denominados AC/Au). A mistura foi imersa em equipamento ultrassom

Maxiclean 750A Unique, para dispersão das NPs de Au e depois a solução foi vertida em placa de Petri formando os filmes biopoliméricos.

Investigação da atividade antimicrobiana frente às bactérias *E. coli* e *S. aureus*: Estas experiências foram realizadas num meio de Luria-Bertani (LB) Agar sólido em uma placa de Petri. Os filmes biopoliméricos liofilizados foram cortados em forma de disco de 1,5 cm de diâmetro, esterilizados por autoclave durante 15 minutos a 120 °C, e colocados em uma placa de Agar contendo bactérias *E. coli*-cultivadas e em outra placa Agar de bactérias *S. aureus*-cultivadas. As placas de Petri foram colocadas em incubadora durante 24 h a 37 °C para formação dos halos de inibição bacteriana.

Avaliação dos resultados obtidos: Neste experimento as placas de Petri contendo as culturas de bactérias de *E. coli* e *S. aureus* incubadas na aula anterior foram analisadas para medir o halo de inibição bacteriana formado pelos filmes biopoliméricos contendo NPs de Au suportadas e os resultados obtidos foram avaliados.

3 | ANÁLISES REALIZADAS

Espectroscopia na região do Ultravioleta-Visível (UV-Vis): O espectro eletrônico da dispersão coloidal de NPs de Au foi realizado utilizando-se um Espectrofotômetro UV-visível modelo UV-2550 da Shimadzu, com leituras na região de 190 a 800 cm^{-1} , com celas de quartzo de 1 cm de caminho óptico.

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV): As análises por MEV para o estudo da morfologia dos filmes biopoliméricos contendo NPs de Au suportadas foram conduzidas utilizando-se um modelo JEOL JSM 5800 com 10 a 20 kV e magnificação de 5000x.

Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET): A análise de MET das NPs de Au foi realizada utilizando-se um microscópio JEOL JEM1200EXII operando em 120 kv. Para a análise foi utilizada uma amostra das NPs de Au obtidas no experimento. A análise da solução coloidal foi realizada com auxílio de pipeta de Pasteur, sobre o grid de cobre (300 mesh) recoberto com uma fina camada de Carbono. A contagem das partículas foi feita utilizando o software *SigmaScan Pro 5*. Os histogramas da distribuição foram obtidos usando o programa Origin 8, através da medida do diâmetro de aproximadamente 300 partículas de Au.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A síntese das NPs de Au coloidal está relacionada à redução do Au^{3+} para Au^0 pela ação do boroidreto de sódio como agente redutor, resultando na formação de NPs que possuem rede cúbica de face centrada (fcc). Os íons Au^{3+} são introduzidos ao meio reacional a partir do ácido tetracloroáurico triidratado, sendo a forma ácida do

cloreto de ouro (III). No nosso experimento observou-se a mudança de coloração do meio reacional de amarelo para vermelho, que se intensificou até o final da síntese. Após aproximadamente 5 min, a solução resultante apresentou uma coloração vermelha intensa. Na Figura 1 está representado o espectro da solução de NPs de Au, obtidas no experimento, por espectroscopia de UV-visível. A banda de absorção para a amostra ocorreu em 524 nm. A interação entre as NPs metálicas e a luz está relacionada com a ressonância plasmônica. Ao contrário do ouro em forma de sal ou metálico, que apresentam cor amarelada, o ouro coloidal apresenta coloração avermelhada, as NPs de ouro absorvem na região de ~500 nm a ~560 nm.

As técnicas de caracterização utilizadas, ultravioleta-Visível (UV-Vis), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e microscopia eletrônica de transmissão (MET) nos fornecem informações a respeito do tamanho, forma e composição das NPs de Au e dos filmes biopoliméricos. Estas informações são de suma importância, pois estão diretamente relacionadas com os resultados obtidos na aplicação destas NPs em diversas áreas como, catálise, ótica, médica, farmacêutica, eletroquímica e atividade biológica.

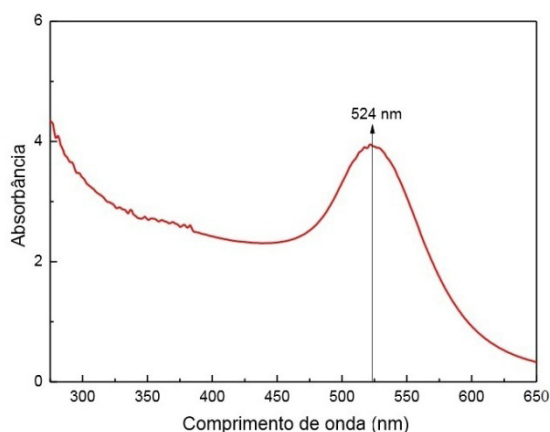


Figura 1. Espectro de Uv-vísivel da dispersão coloidal de NPs de Au

Se observarmos o espectro eletromagnético veremos que a região em que as NPs de ouro absorvem corresponde ao verde, ou seja, elas absorvem o verde e refletem o vermelho. As NPs de Au obtidas também foram analisadas por microscopia eletrônica de transmissão (MET). A micrografia e o histograma de distribuição de diâmetro médio das partículas obtidas são expostos na Figura 2. As NPs de Au (Figura 2A) exibiram diâmetro médio de 11 ± 1.5 nm. O histograma de distribuição de diâmetro (Figura 2B) foi obtido pela contagem de cerca de 300 partículas em diferentes regiões do grid analisado por MET.

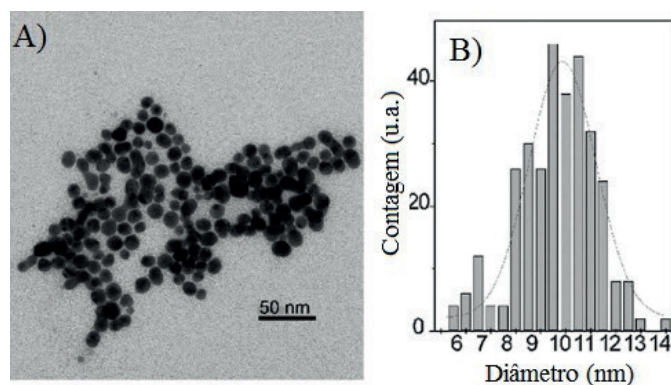


Figura 2. Micrografia obtida por MET (A) NPs de Au e (B) histograma de distribuição de diâmetro das NPs de Au.

A dispersão coloidal vermelha de ouro preparada em líquido iônico BMI.PF₆ foi misturada com uma solução de acetato de celulose (AC) dissolvida em acetona. A mistura obtida foi vertida em placa de Petri, após 5 min ocorreu à evaporação total do solvente e obtiveram-se os filmes biopoliméricos contendo NPs de Au suportadas, denominados AC/Au.

Os filmes biopoliméricos contendo NPs de Au suportadas (AC/Au) foram analisados por microscopia eletrônica de varredura (MEV). A Figura 3 expõe a micrografia obtida por MEV. Podemos observar que o filme apresenta estrutura porosa e que pequenos aglomerados de NPs de Au estão distribuídos homogeneamente sobre todo filme biopolimérico.

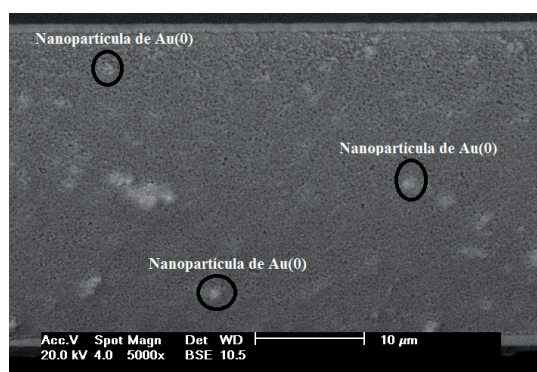


Figura 3. Micrografia obtida por MEV de pequenos aglomerados de NPs de Au distribuídos nos filmes biopoliméricos.

A atividade antimicrobiana dos filmes biopoliméricos foi investigada frente a bactérias gram-positivas (*S. aureus*) e gram-negativas (*E. coli*) através do método de disco com formação de halo de inibição. As bactérias *S. aureus*, são cocos, gram-positivos, sendo que muitos pertencem à microbiota normal do trato respiratório superior ou da pele. As bactérias *E. coli*, se referem a gêneros diversos de bactéria bacilar gram-negativa, sendo um parasita intestinal generalizado de mamíferos. A habilidade dos filmes biopoliméricos contendo NPs de Au suportadas em inibir o crescimento destas bactérias está exposto na Figura 4. Nos experimentos utilizamos

um disco de 1,5 cm de filme biopolimérico sem a presença NPs de Au (denominado de AC), localizado na esquerda da placa de Petri, e um disco de filme biopolimérico contendo NPs de Au (denominado AC/Au), localizado à direita na placa de Petri.

A ação antibacteriana das NPs metálicas ocorre através da coordenação destas a camada superficial das bactérias ocasionando o rompimento da camada de peptidoglicano e consequente inativação. A camada de peptidoglicano da bactéria gram-negativa (*E.coli*) é mais fina do que nas bactérias gram-positivas (*S.aureus*),¹³ provavelmente este fato está relacionado às NPs de Au se coordenarem mais facilmente e eficientemente causando maior inibição nas bactérias *E. coli* do que nas bactérias *S. aureus* (a formação de 5 mm de halo de inibição bacteriana foram obtidos para *E. coli* e 3 mm para *S. aureus*, Figura 4).¹³

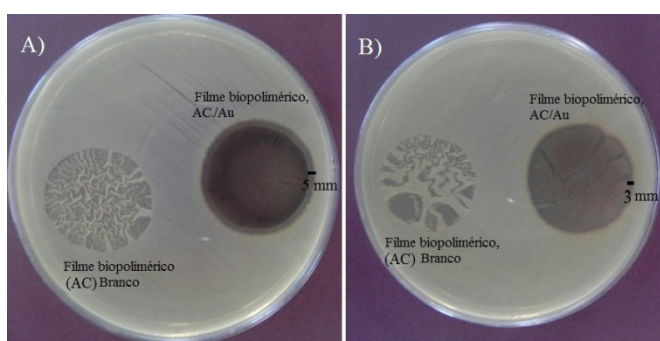


Figura 4. Atividade Antimicrobiana dos filmes biopoliméricos, AC (Branco, filme sem NPs Au) e AC/Au (filme contendo NPs de Au) frente as Bactérias: (A) *E.coli* e (B) *S. aureus*.

5 | CONCLUSÃO

Podemos concluir que a síntese de filmes biopoliméricos contendo nanopartículas de Au suportada gerou um material eficiente com grande efeito antimicrobiano. As técnicas de caracterização utilizadas contribuíram para que a prática fosse bem sucedida e agregasse conhecimento a respeito dos fenômenos relacionados a sistemas em escala nano. A aplicação dos filmes biopoliméricos contendo NPs de Au suportadas em inativação antimicrobiana também despertou grande atenção dos alunos, devido a ser um tema sempre atual e resultado de extensa aplicação, os filmes biopoliméricos antimicrobianos podem ser utilizados como embalagens para a conservação de frutas e alimentos.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à CAPES, FAPERGS e CNPq pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Hochella-Júnior, M. F.; *Earth Planet Sci. Lett.* **2002**, 203, 593.
2. Stoimenov, P. K.; Klinger, R. L.; Marchin, G. L.; Klabunde, K. J.; *Langmuir* **2002**, 18, 6679.
3. Balogh, L.; Swanson, D. R.; Tomalia, D. A.; Hagnauer, G. L.; McManus, A. T.; *Nano Lett.* **2001**, 1, 18.
4. Kasuga, T.; Kume, H.; Abe, Y.; *J. Am. Ceram. Soc.* **1997**, 80, 777.
5. Kasuga, T.; Kume, H.; Abe, Y.; *J. Am. Ceram. Soc.* **1999**, 82, 65.
6. Yang, M. R.; Chem, K. S.; Rsai, J. C.; Tseng, C. C.; Lin, S. F.; *Mater. Sci. Eng., C.* **2002**, 20, 167.
7. Scheeren, C. W.; Hermes, V.; Bianchi, O.; Hertz, P.; Dias, S. L. P.; Dupont, J.; *J Nanosci. Nanotechnol.* **2011**, 11, 5114.
8. Kwak, S. Y.; Kim, S. H.; Kim, S. S.; *Environ. Sci. Technol.* **2001**, 35, 2388.
9. Kierans, M.; Staines, A. M.; Bennett, H.; Gadd, G. M.; *Biology of Metals* **1991**, 4, 100.
10. Ciriolo, M. R.; Civitareale, P.; Carri, M. T.; De Martino, A.; Galiazzo, F.; Rotilio, G.; *The Journal of Biological Chemistry* **1994**, 269, 25783.
11. Edgar, K. J.; Buchanan, C. M.; Debenham, J. S.; *Prog. Polym. Sci.* **2001**, 26, 1605.
12. Viswanathan, G.; Murugesan, S.; Pushparaj, V.; Nalamasu, O.; Ajayan, P. M.; Linhardt, R. J.; *Biomacromolecules* **2006**, 7, 415.
13. Xu, J.; Dozier, A.; Bhattacharyya, D.; *J. Nanop. Res.* **2005**, 7, 449.

SOBRE AS ORGANIZADORAS

VANESSA BORDIN VIERA bacharel e licenciada em Nutrição pelo Centro Universitário Franciscano (UNIFRA). Mestre e Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Docente do Curso de Nutrição e da Pós-Graduação em Ciências Naturais e Biotecnologia da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Editora da subárea de Ciência e Tecnologia de Alimentos do *Journal of bioenergy and food science*. Líder do Grupo de Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFCG. Possui experiência com o desenvolvimento de pesquisas na área de antioxidantes, desenvolvimento de novos produtos, análise sensorial e utilização de tecnologia limpas.

NATIÉLI PIOVESAN Docente no Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), graduada em Química Industrial e Tecnologia em Alimentos, pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Possui graduação no Programa Especial de Formação de Professores para a Educação Profissional. Mestre e Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Atua principalmente com o desenvolvimento de pesquisas na área de antioxidantes naturais, desenvolvimento de novos produtos e análise sensorial.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abelhas sociais 1

Ácido graxo 85, 232

Alelopátia 99

Alimento funcional 6

Análise de qualidade 1

Análise físico-química 90

Análises microbiológicas 8, 30, 36, 40, 42, 61, 62, 64, 80, 82, 203

Antioxidantes 6, 11, 14, 108, 110, 113, 115, 140, 152, 154, 172, 174, 175, 177, 178, 179, 180, 188, 193, 194, 200, 202, 228, 319

Antropoentomofagia 77, 78

Atividade antioxidante 90

Atividade de água 1, 2, 33, 36, 38, 39, 40, 41, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 65, 71, 85, 86, 87, 88, 118, 123, 124, 163, 165

Avaliação 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 26, 27, 34, 35, 36, 40, 43, 45, 53, 54, 55, 57, 59, 69, 73, 85, 86, 101, 124, 126, 142, 158, 170, 172, 177, 179, 200, 203, 206, 207, 211, 216, 223, 230, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 276, 288, 293, 317, 318

Azeitona 85, 86, 87, 88

C

Café instantâneo 54

Coconut sprout 18, 19, 21, 22, 23

Cogumelo do sol 6, 7, 16, 158

Cogumelos medicinais 6, 11

Compostos bioativos 99, 160, 188, 189, 190, 195, 203

Contaminação microbiológica 27, 42, 84, 200

E

Efeito antimicrobiano 6, 13, 15, 210, 214

Espinha em Y 59

F

Farinha 46, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 80, 81, 126, 197, 198, 200, 202, 203, 206, 240

Fenólicos 11, 96, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 172, 174, 176, 177, 178, 179, 180, 188, 191, 192, 193, 194, 200, 201, 202, 205

Flor comestível 108

H

Hidroximetilfurfural 1, 2, 4

I

Impacto ambiental 59, 60, 204

L

Lactobacilli 18, 19, 20, 21, 22, 23, 316

M

Microbiologia 15, 16, 17, 23, 24, 29, 34, 43, 44, 45, 49, 52, 53, 61, 80, 138, 216

Morango 90

Musa spp 117, 119

O

Ômega 77, 81

Orgânico 90, 97, 188, 189

P

Pereskia aculeata 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 115

Plantas medicinais 16, 105, 108, 179, 195

Pós colheita 117

Produtos naturais 7, 99, 108, 109, 173

Propriedades tecnológicas 65, 66, 71, 205

Proteína 17, 69, 72, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 142, 154, 169, 187, 199, 200, 204, 237, 239, 240, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248

Q

Qualidade alimentar 36

Queijo colonial 26, 27, 29, 30, 32, 33, 34

R

Rosa x grandiflora Hort. 108, 109, 110

S

Secagem 10, 52, 54, 56, 57, 65, 69, 71, 80, 111, 118, 119, 124, 125, 126, 127, 166, 174, 199, 207, 293

Segurança alimentar 34, 43, 59, 77, 83, 117, 124, 126

Spray-dryer 54, 316

Sustentabilidade 59

T

Tangerina 90

Tecnologia de alimentos 33, 43, 44, 54, 76, 85, 96, 97, 114, 117, 125, 126, 127, 170, 171, 206, 207, 208, 228, 249, 317, 319

Teste acelerado 45

Timol 98, 99, 103, 104, 105

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-699-7



9 788572 476997