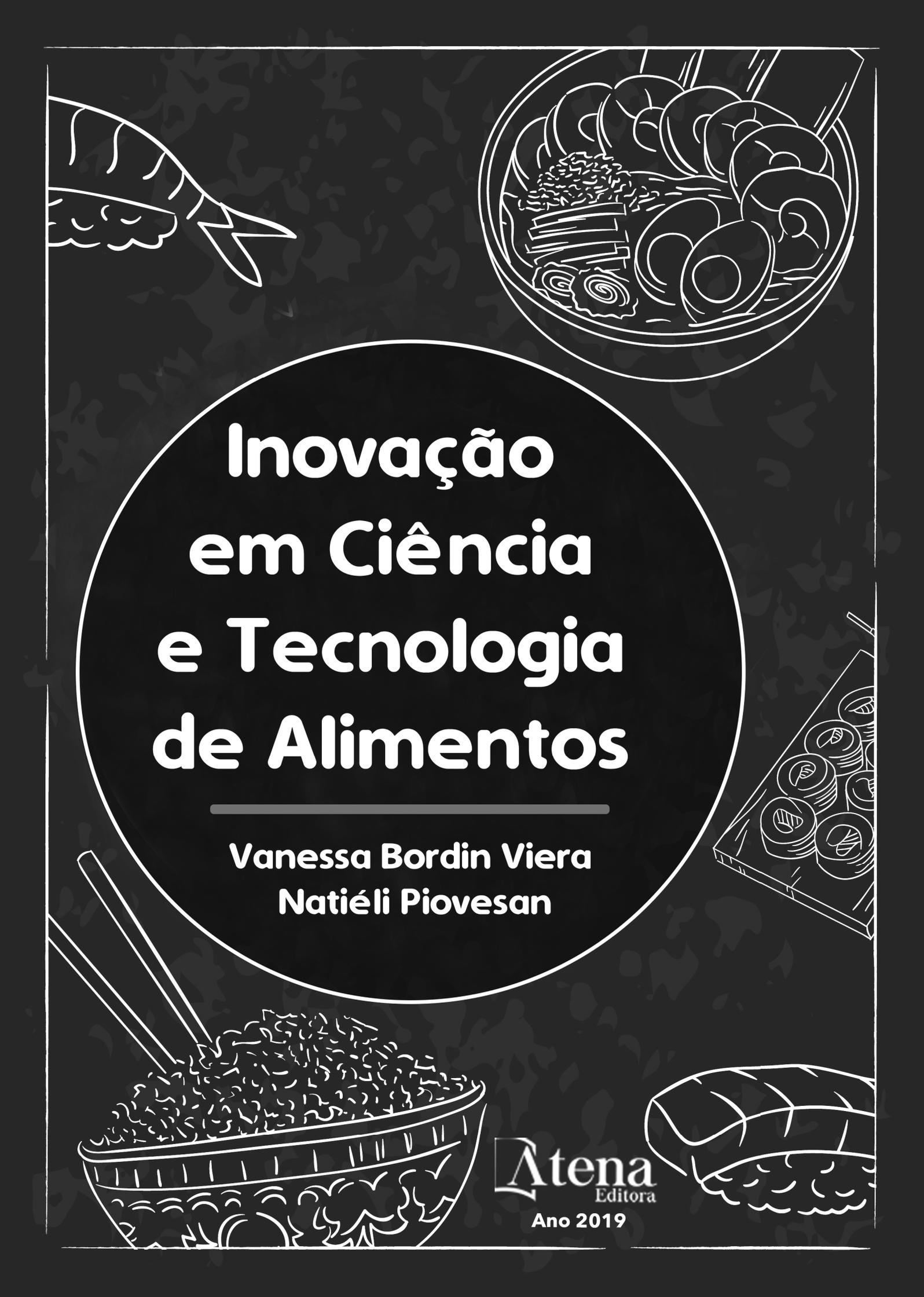


Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan

Atena
Editora
Ano 2019



Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

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: Prof^a Dr^a 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

Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^a Dr^a Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. 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
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. 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 Federaci 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 [recurso eletrônico] / Organizadoras Vanessa Bordin Viera, Natiéli Piovesan. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos; v. 1)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia. ISBN 978-85-7247-700-0 DOI 10.22533/at.ed.000190910</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 24 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
APLICAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS E USO DE AGENTES DE CRESCIMENTO SOBRE A ESTRUTURA DE BROWNIES	
Adriana de Oliveira Lyra	
Leonardo Pereira de Siqueira	
Luciana Leite de Andrade Lima	
Ana Carolina dos Santos Costa	
Amanda de Moraes Oliveira Siqueira	
DOI 10.22533/at.ed.0001909101	
CAPÍTULO 2	13
APROVEITAMENTO DE COPRODUTO DO SUCO DE BETERRABA NA ELABORAÇÃO DE DOCES CREMOSOS (CONVENCIONAL E REDUZIDO VALOR CALÓRICO)	
Andressa Carolina Jacques	
Josiane Freitas Chim	
Rosane da Silva Rodrigues	
Mirian Ribeiro Galvão Machado	
Eliane Lemke Figueiredo	
Guilherme da Silva Menegazzi	
DOI 10.22533/at.ed.0001909102	
CAPÍTULO 3	25
AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE PÃES COM DIFERENTES PROPORÇÕES DE FARINHA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO FONTE DE FIBRA	
Maurício Rigo	
Luiz Fernando Carli	
José Raniere Mazile Vidal Bezerra	
Ângela Moraes Teixeira	
DOI 10.22533/at.ed.0001909103	
CAPÍTULO 4	37
BEBIDA ALCOÓLICA DE MEL DE CACAU FERMENTADA POR LEVEDURA <i>Saccharomyces cerevisiae</i> : TECNOLOGIA DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUO ALIMENTÍCIO	
Karina Teixeira Magalhães-Guedes	
Paula Bacelar Leite	
Talita Andrade da Anunciação	
Alaíse Gil Guimarães	
Janice Izabel Druzian	
DOI 10.22533/at.ed.0001909104	
CAPÍTULO 5	46
CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE CASCA DE UVA EM CEREAL MATINAL EXTRUSADO	
Denise de Moraes Batista da Silva	
Carla Adriana Ferrari Artilha	
Luciana Alves da Silva Tavone	
Tamires Barlati Vieira da Silva	
Thaysa Fernandes Moya Moreira	
Maiara Pereira Mendes	
Grasiele Scaramal Madrona	
DOI 10.22533/at.ed.0001909105	

CAPÍTULO 6 58

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DA ERVA CIDREIRA (*LIPPIA ALBA Mill.*)
OBTIDO POR HIDRODESTILAÇÃO

Marcilene Paiva da Silva
Vânia Maria Borges Cunha
Eloísa Helena de Aguiar Andrade
Raul Nunes de Carvalho Junior

DOI 10.22533/at.ed.0001909106

CAPÍTULO 7 65

CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL E FÍSICO-QUÍMICA DE SUCOS MISTOS DE FRUTAS
TROPICAIS

Emanuele Araújo dos Anjos
Larissa Mendes da Silva
Pedro Paulo Lordelo Guimarães Tavares
Renata Quartieri Nascimento
Maria Eugênia de Oliveira Mamede

DOI 10.22533/at.ed.0001909107

CAPÍTULO 8 75

COMPORTAMENTO REOLÓGICO DO SUCO VERDE NA PRESENÇA DO YIBIO E A MUCILAGEM
DE CHIA LIOFILIZADA (*SALVIA HISPÂNICA*)

Jully Lacerda Fraga
Adejanildo Silva Pereira
Kelly Alencar Silva
Priscilla Filomena Fonseca Amaral

DOI 10.22533/at.ed.0001909108

CAPÍTULO 9 82

DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGEM ATIVA PARA QUEIJO MINAS FRESCAL

Maria Aparecida Senra Rezende
Cleuber Antonio de Sá Silva
Daniela Cristina Faria Vieira
Eliane de Castro Silva
Diego Rodrigo Silva

DOI 10.22533/at.ed.0001909109

CAPÍTULO 10 89

DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES DE BOLOS SEM GLÚTEN SABOR CHOCOLATE
UTILIZANDO DIFERENTES PROPORÇÕES DE FARINHA DE SORGO

Thaynan Cruvinel Maciel Toledo
Fernanda Barbosa Borges Jardim
Elisa Norberto Ferreira Santos
Luciene Lacerda Costa
Daniela Peres Miguel

DOI 10.22533/at.ed.00019091010

CAPÍTULO 11 100

DESENVOLVIMENTO DE PÃO DE FORMA ELABORADO COM RESÍDUO DO EXTRATO DE INHAME (*Dioscorea spp*)

Maria Hellena Reis da Costa
Antonio Marques dos Santos
Laryssa Gabrielle Pires Lemos
Nathalia Cavalcanti dos Santos
Caio Monteiro Veríssimo
Leonardo Pereira de Siqueira
Ana Carolina dos Santos Costa

DOI 10.22533/at.ed.00019091011

CAPÍTULO 12 110

DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO TIPO “NUGGETS” À BASE DE COUVE

Ana Clara Nascimento Antunes
Suslin Raatz Thiel
Taiane Mota Camargo
Mírian Ribeiro Galvão Machado
Rosane da Silva Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.00019091012

CAPÍTULO 13 121

DESENVOLVIMENTO DO FERMENTADO ALCOÓLICO DO FRUTO GOIABA BRANCA (*Psidium guajava*) cv. Kumagai – Myrtaceae

Ângela Maria Batista
Edson José Fragiorge
Pedro Henrique Ferreira Tomé

DOI 10.22533/at.ed.00019091013

CAPÍTULO 14 133

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA PREFERÊNCIA DE BARRA DE CEREAL FORMULADA COM BARU E CHIA

Dayane Sandri Stellato
Débora Cristina Pastro
Patrícia Aparecida Testa
Aline Silva Pietro
Márcia Helena Scabora

DOI 10.22533/at.ed.00019091014

CAPÍTULO 15 139

DESENVOLVIMENTO, ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE PÃO DE QUEIJO ENRIQUECIDO COM SETE GRÃOS

Vinícius Lopes Lessa
Christiano Vieira Pires
Maria Clara Coutinho Macedo
Aline Cristina Arruda Gonçalves
Washington Azevêdo da Silva

DOI 10.22533/at.ed.00019091015

CAPÍTULO 16 150

ELABORAÇÃO DE NIBS USANDO AMÊNDOAS DE CACAU JACARÉ (*Herrania mariae* Mart. Decne. ex Goudot)

Márlia Barbosa Pires
Adrielle Vitória dos Santos Manfredo
Hevelyn kamila Portal Lima

DOI 10.22533/at.ed.00019091016

CAPÍTULO 17 160

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE NÉCTAR DE MARACUJÁ ADICIONADO DE SORO DE LEITE E FRUTOOLIGOSSACARÍDEO

Auriana de Assis Regis
Pahlevi Augusto de Sousa
Hirllen Nara Bessa Rodrigues Beserra
Ariosvana Fernandes Lima
Denise Josino Soares
Zulene Lima de Oliveira
Antônio Belfort Dantas Cavalcante
Renata Chastinet Braga
Elisabeth Mariano Batista

DOI 10.22533/at.ed.00019091017

CAPÍTULO 18 172

ENRIQUECIMENTO DE PÃO TIPO AUSTRALIANO COM FARINHA DE MALTE

Adriana Crispim de Freitas
Iago Hudson da Silva Souza
Maria Rita Fidelis da Costa
Juliete Pedreira Nogueira
Marinuzia Silva Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.00019091018

CAPÍTULO 19 179

INFLUÊNCIA DA COR E DO ODOR NA DISCRIMINAÇÃO DO SABOR DE UM PRODUTO

Tiago Sartorelli Prato
Mariana Góes do Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.00019091019

CAPÍTULO 20 187

INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO DE *Salmonella spp.* E *Escherichia Coli* EM UVAS PÓS-COLHEITA ATRAVÉS DO USO DE COBERTURA COMESTÍVEL DE NANOPARTÍCULAS DE QUITOSANA FÚNGICA

Natália Ferrão Castelo Branco Melo
José Henrique da Costa Tavares Filho
Fernanda Luizy Aguiar da Silva
Miguel Angel Pelágio Flores
André Galembeck
Tânia Lúcia Montenegro Stamford
Thatiana Montenegro Stamford-Arnaud
Thayza Christina Montenegro Stamford

DOI 10.22533/at.ed.00019091020

CAPÍTULO 21	200
MICROENCAPSULAÇÃO POR LIOFILIZAÇÃO DE CAROTENOIDES PRODUZIDOS POR <i>Phaffia rhodozyma</i> UTILIZANDO GOMA XANTANA COMO AGENTE ENCAPSULANTE	
Michelle Barboza Nogueira Janaina Fernandes de Medeiros Burkert	
DOI 10.22533/at.ed.00019091021	
CAPÍTULO 22	209
OBTENÇÃO DE SORO DE LEITE EM PÓ PELO PROCESSO FOAM-MAT DRYING	
Robson Rogério Pessoa Coelho Ana Paula Costa Câmara Joana D´arc Paz de Matos Sâmara Monique da Silva Oliveira Tiago José da Silva Coelho Solange de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.00019091022	
CAPÍTULO 23	216
OBTENÇÃO DE UM ISOLADO PROTÉICO EXTRAÍDO DE SUBPRODUTOS DE PESCADA AMARELA (<i>Cynoscion acoupa</i>)	
Márlia Barbosa Pires Fernanda de Sousa Magno José Leandro Leal de Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.00019091023	
CAPÍTULO 24	228
OTIMIZAÇÃO DA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA E CINÉTICA DE SECAGEM DE CUBIU (<i>Solanun sessiliflorum Dunal</i>) PARA OBTENÇÃO DE CHIPS	
Luciana Alves da Silva Tavone Suelen Siqueira dos Santos Aroldo Arévalo Pinedo Carlos Alberto Baca Maldonado William Renzo Cortez-Vega Sandriane Pizato Rosalinda Arévalo Pinedo	
DOI 10.22533/at.ed.00019091024	
CAPÍTULO 25	237
PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CERVEJAS TIPO WITBIER A PARTIR DE MALTE DE TRIGO E TRIGO NÃO MALTADO	
Adriana Crispim de Freitas Francielle Sousa Oliveira Paulo Roberto Barros Gomes Virlane Kelly Lima Hunaldo Maria Alves Fontenele	
DOI 10.22533/at.ed.00019091025	

CAPÍTULO 26	247
PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE DOCE DE LEITE UTILIZANDO LACTOSSORO NO INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE - CAMPUS BOM JESUS DO ITABAPOANA-RJ	
José Carlos Lazarine de Aquino	
Jorge Ubirajara Dias Boechat	
Cassiano Oliveira da Silva	
Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa	
Wesley Barcellos da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.00019091026	
CAPÍTULO 27	253
REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO DE ABACAXI PARA A PRODUÇÃO DE BISCOITO TIPO COOKIE INCORPORADO COM FARINHA DE COCO	
Jéssica Barrionuevo Ressutte	
João Pedro de Sanches Pinheiro	
Jéssica Maria Ferreira de Almeida-Couto	
Caroline Zanon Belluco	
Marília Gimenez Nascimento	
Iolanda Cristina Cereza Zago	
Joice Camila Martins da Costa	
Kamila de Cássia Spacki	
Mônica Regina da Silva Scapim	
DOI 10.22533/at.ed.00019091027	
CAPÍTULO 28	263
STUDY OF CELL VIABILITY AND PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF PROBIOTIC JUICE FROM CASHEW AND TANGERINE	
Maria Thereza Carlos Fernandes	
Fernanda Silva Farinazzo	
Carolina Saori Ishii Mauro	
Juliana Morilha Basso	
Leticia Juliani Valente	
Adriana Aparecida Bosso Tomal	
Alessandra Bosso	
Camilla de Andrade Pacheco	
Sandra Garcia	
DOI 10.22533/at.ed.00019091028	
SOBRE AS ORGANIZADORAS	273
ÍNDICE REMISSIVO	274

INIBIÇÃO DO CRESCIMENTO DE *Salmonella spp.* E *Escherichia Coli* EM UVAS PÓS-COLHEITA ATRAVÉS DO USO DE COBERTURA COMESTÍVEL DE NANOPARTÍCULAS DE QUITOSANA FÚNGICA

Natália Ferrão Castelo Branco Melo

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

José Henrique da Costa Tavares Filho

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Fernanda Luizy Aguiar da Silva

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Miguel Angel Pelágio Flores

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

André Galembeck

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Tânia Lúcia Montenegro Stamford

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Thatiana Montenegro Stamford-Arnaud

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

Thayza Christina Montenegro Stamford

Universidade Federal de Pernambuco
Recife – Pernambuco

RESUMO: A presente pesquisa tem como objetivo avaliar a atividade antimicrobiana de cobertura comestível a base de nanopartículas de quitosana aplicada em uvas. A atividade

antimicrobiana foi realizada in vitro contra bactérias patogênicas de origem alimentar e foi feita a comparação dos resultados do gel, nanopartículas e gel enriquecido com nanopartículas. As nanopartículas produzidas foram dispersas nas concentrações CIM/2, CIM e 2CIM no gel de quitosana para formação de cobertura comestível para o controle de *Salmonella spp.* e *E.coli* em uvas pós-colheita. Os resultados mostraram que as nanopartículas de quitosana apresentaram uma melhor atividade antimicrobiana comparada com o gel de quitosana. As nanopartículas diluídas no gel, apresentaram-se mais bem dispersas e capazes de formar uma cobertura comestível em uvas. Com aumento da concentração das nanopartículas na cobertura, foi observado diminuição na contagem de *E.coli* e *Salmonella spp.* Os resultados encontrados sugerem que as nanopartículas de quitosana podem ser usadas para melhorar a segurança microbiológica de uvas pós-colheita.

PALAVRAS-CHAVE: Frutas. Bactérias. Biopolímero. Nanotecnologia.

GROWTH INHIBITION OF *Escherichia coli* AND *Salmonella spp.* IN POSTHARVEST TABLE GRAPES BY FUNGAL CHITOSAN

ABSTRACT: The aim of the study was to evaluate the antimicrobial activity of fungal chitosan nanoparticles edible coating applied to grapes. Antimicrobial activity was performed in vitro against foodborne pathogenic bacteria and the results of gel, nanoparticles and gel enriched with nanoparticles were compared. The nanoparticles were dispersed at concentrations MIC / 2, MIC and 2MIC in the chitosan gel for edible coating formation to control *Salmonella spp.* and *E.coli* in postharvest grapes. The results showed that chitosan nanoparticles showed a better antimicrobial activity compared to chitosan gel. The nanoparticles diluted in the gel were better dispersed and capable of forming an edible coating. With increasing the concentration of nanoparticles in the coating, a decrease in the growth of *E.coli* and *Salmonella spp.* was observed. The results suggest that chitosan nanoparticles can be used to improve the microbiological safety of postharvest grapes.

KEYWORDS: Fruits. Bacteria. Biopolymer. Nanotechnology.

1 | INTRODUÇÃO

A quitosana é um heteropolímero natural formado por unidades glucosaminas e N-acetilglucosamina, obtido a partir da parede celular de fungos ou através da desacetilação da quitina extraída do exoesqueleto de crustáceos. Apresenta diferentes características que a distingue dos demais polissacarídeos: bioatividade, biodegradabilidade, biocompatibilidade e potencialidade antimicrobiana (DIAS et al., 2013).

Sua atividade antimicrobiana tem sido comprovada contra várias bactérias e fungos, possuindo um alto poder bactericida contra bactérias gram-positivas e gram-negativas, ao mesmo tempo em que apresenta baixa toxicidade para as células de mamíferos (KONG et al., 2010).

A conhecida ação antimicrobiana da quitosana pode ser intensificada quando esse polímero encontra-se no formato de nanopartículas, devido a sua elevada área superficial e a sua densidade de carga que interage efetivamente com as cargas negativas da superfície das células bacterianas (SHI et al., 2006).

Devido a sua atividade antimicrobiana, a quitosana tem atraído atenção como um potencial conservante natural (PRASHNTH; THARANATHAN, 2007). Coberturas de quitosana misturadas com outros compostos bioativos tem mostrado resultados promissores na inibição do crescimento e sobrevivência de microrganismos em alimentos (CHIEN et al., 2002).

As coberturas de quitosana podem ser empregadas efetivamente para o controle da deterioração de frutos, pois estes são organismos vivos que apresentam intenso metabolismo e conseqüentemente alta probabilidade de deterioração (JIANGLIAN; SHAOYING, 2013). As uvas destacam-se como uma das frutas mais economicamente importantes, com uma produção anual em torno de 69 milhões

de toneladas (NOWSHEHRI et al., 2015). Assim como outros produtos naturais, as uvas são vulneráveis a contaminação esporádica com patógenos alimentares, direta ou indiretamente, através de animais do solo, água ou contaminação cruzada através da manipulação humana (PINTO et al., 2006). Um tratamento que melhore a qualidade global e segurança microbiológica contra os agentes patogênicos de origem alimentar é um dos maiores interesses dos produtores, distribuidores e consumidores de frutas (SERRANO et al., 2006).

Portanto, frente a reconhecida ação antimicrobiana da quitosana e sua intensificação quando este polímero encontra-se na forma de nanopartículas, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar a atividade antimicrobiana de nanopartículas de quitosana microbiológica contra bactérias alimentares presentes no armazenamento pós-colheita de uvas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Materiais

As uvas (*Vitis Labrusca L.*) foram adquiridos da CEASA/PE (Centro de Abastecimento e Logística de Pernambuco) e selecionadas de acordo com o tamanho, cor, ausência de infecções visíveis e estágio de maturação.

As quitosanas (Kiofine® e Kionutrim®) foram fornecida pela empresa Kitozyme e ambas foram extraídas do *Aspergillus niger*. Todas as outras substâncias utilizadas foram obtidas através de fontes comerciais.

As cepas testes utilizadas na atividade antimicrobiana pertencem ao banco de cultura da Universidade Federal de Pernambuco/ Departamento de nutrição.

2.2 Preparação e caracterização das nanopartículas de quitosana

As nanopartículas de quitosana foram produzidas a partir da quitosana fúngica Kiofine-B®, seguindo o método de gelificação iônica descrito por Calvo et al. (1997). Inicialmente 0,5g de quitosana de baixo peso molecular foi dissolvido em 50ml de ácido acético à 2% em agitação durante 30 minutos. Depois, 20ml de tripolifosfato de sódio (TPP) à 1% foi adicionado à solução de quitosana por gotejamento através de uma bomba peristáltica (0,2ml/min).

Depois do gotejamento a solução foi mantida sob agitação durante 2h. Em seguida, a solução foi transferida para eppendorfs e centrifugada durante 10min em uma velocidade de 13.400rpm. O sobrenadante foi descartado e ao precipitado foi acrescentado água destilada para a lavagem com posterior centrifugação (13.400rpm/5min). O processo de lavagem foi repetido 5 vezes.

Posteriormente, as nanopartículas foram ressuspensas em água destilada e foi realizado um tratamento térmico (30min/50°C/900rpm) para individualização e reestruturação das partículas, segundo o método descrito por Bougnicourt et al. (2014).

Por fim, as nanopartículas de quitosana foram liofilizadas para a sua utilização nos demais experimentos.

O tamanho das partículas e a sua carga superficial foram determinados através da técnica do Espalhamento Dinâmico de Luz (DLS) utilizando o Zetasizer (Nano-ZS, Malvern, UK). A análise foi operada em um comprimento de onda de 633nm, a 25°C com um ângulo de detecção de 90°C.

2.3 Comparação da atividade antimicrobiana do gel, das nanopartículas e do gel enriquecido com nanopartículas de quitosana

A atividade antimicrobiana foi realizada separadamente para as nanopartículas de quitosana, gel de quitosana e gel de quitosana enriquecido com nanopartículas, frente a bactérias patogênicas de origem alimentar (*Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*).

A quitosana foi diluída em ácido acético 1%, sendo o pH ajustado para 5,8 para obtenção da solução mãe (20mg/ml) que deu origem ao gel de quitosana (SHIGEMASA; MINAMI, 1996). As nanopartículas foram diluída em água destilada e no gel de quitosana ambas na concentração de 20mg/ml.

As concentrações mínimas inibitórias (CIM) e mínimas bactericidas (CBM) foram determinadas pelo teste de microdiluição seriada em microplacas de 96 poços. As bactérias testadas foram cultivadas em Caldo Infusão de Cérebro Coração (BHI) por 24h, a 37°C e em seguida padronizado o inóculo a 10⁸ UFC/ml (ALVES et al., 2008).

Para determinação do CIM foi inserido, em cada um dos poços, a substância teste cuja concentração variou de 0 a 0,6mg/mL, em seguida foi adicionado o meio BHI e o inóculo de cada bactérias, cujo volume final de cada poço foi de 100µL. A placa foi incubada a 37°C por 24h, depois foi adicionado 30µL de resazurina em cada poço e incubada novamente a 37°C por 1h.

A resazurina é um composto indicador de óxido-redução de cor azul que, na presença de células viáveis, é oxidado a resofurina, substância de coloração vermelha (PALOMINO et al., 2002). Portanto, a coloração azul indica ausência de crescimento bacteriano enquanto que as variações de rosa e roxo indicam a presença de células viáveis para crescimento. Depois de 1h da aplicação da resazurina foi feita a análise da mudança da cor e determinação da CIM, considerado a primeira concentração antes da concentração que houve crescimento visível.

Para o controle de esterilidade foram adicionados separadamente 100µL do meio e 100µL da substância teste e para o controle de crescimento 80µL do meio + 20µL do inóculo. O ensaio foi realizado em triplicata, dois poços para o CIM pelo uso da resazurina e um para o CBM.

Após a determinação do CIM, a primeira concentração que não houve crescimento visível e duas imediatamente acima, foram cultivadas em placas de petri contendo ágar BHI para determinação do CBM. Foram transferidos 20µL das cavidades da

microplaca (sem resazurina) para as placas de petri e estas foram incubadas a 37°C por 48h. A determinação da CBM corresponde a menor concentração a partir da qual não foi observado crescimento microbiano após cultivo (FERNANDES et al., 2008).

2.4 Bioatividade das coberturas comestíveis sobre o crescimento bacteriano nas uvas

As uvas foram higienizadas com hipoclorito de sódio (1% v/v) por 15min, lavadas com água potável e deixados para secar por 2 horas. Depois, foram imersas na solução do inóculo bacteriano (*E.coli* e *Salmonella spp.* -108UFC/ml) sob agitação durante 1 minuto (VASCONCELOS DE OLIVEIRA et al., 2014; KIM et al., 2014). Em seguida, as uvas foram imersas durante 3 minutos no gel de quitosana enriquecido com nanopartículas nas concentrações CIM/2, CIM e 2CIM. Um grupo de uvas foi imerso apenas na solução do inóculo (amostra controle). A infecção bacteriana causada nas uvas foi realizada separadamente para *E.coli* e *Salmonella spp.* A escolha dessas espécies de bactérias foi de acordo com a legislação RDC 212, que preconiza que em uvas sejam analisadas esses tipos de bactérias (BRASIL, 2001).

O crescimento bacteriano nas uvas foi analisando ao longo de 24 e 12 dias, nas uvas refrigeradas (12°C) e não refrigeradas (25°C), respectivamente. A determinação de coliformes termotolerantes foi feita através do Método do Número Mais Provável (NMP) presente no Bacteriological Analytical Manual (FDA 2010) e os resultados expressos em NMP/g. A contagem de *Salmonella spp.* foi realizada através da contagem em placas, adaptado do método do BAM/FDA.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As nanopartículas apresentaram um tamanho igual a 101,7nm ($\pm 5,05$). Resultado semelhante ao encontrado por Ramenazi et al. (2015) que produziu nanopartículas de quitosana para conservação de filés de peixe e obteve um tamanho médio igual a 108,6nm.

Mohammadi et al. (2015) também produziu nanopartículas de quitosana para formação de cobertura comestível e aplicação em morangos. Esse autor encontrou uma média de tamanho das partículas igual a 96,9nm, ou seja, semelhante ao valor observado na presente pesquisa. No entanto, nenhum desses autores utilizou quitosana fúngica para produção das partículas.

As nanopartículas apresentaram um potencial zeta igual a 51,4mV($\pm 5,77$). Esse resultado está de acordo com o que Ing et al. (2012) recomenda. Segundo esse autor, o potencial zeta ideal é aquele acima de 30mV, já que acima desse valor as nanopartículas estariam mais estáveis o que evitaria sua agregação e perda de função biológica.

Após a caracterização das nanopartículas foi realizado o teste de microdiluição

in vitro para determinar o CIM e CBM do gel, das nanopartículas e do gel + nanopartículas. Os resultados do CIM e CBM encontram-se nas tabelas 1 e 2, respectivamente. O gel de quitosana apresentou os melhores resultados para *E.coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *S.aureus* e os maiores valores de CIM e CBM para a *Salmonella spp.* e *L. monocytogenes*.

Bactéria	Gel (mg/ml)	Nanopartículas (mg/ml)	Gel + nanopartículas (mg/ml)
<i>E.coli</i>	3,0	3,0	2,0
<i>Salmonella spp.</i>	6,0	3,0	3,0
<i>P. aeruginosa</i>	3,0	3,0	2,0
<i>S. aureus</i>	4,0	2,0	1,0
<i>L. monocytogenes</i>	6,0	3,0	2,0

Tab. 1: Concentração inibitória mínima (CIM) do gel de quitosana, nanopartículas de quitosana e gel enriquecido com nanopartículas.

Bactéria	Gel (mg/ml)	Nanopartículas (mg/ml)	Gel + nanopartículas (mg/ml)
<i>E.coli</i>	4	3	4
<i>Salmonella spp.</i>	6	6	6
<i>P. aeruginosa</i>	3	4	4
<i>S. aureus</i>	4	6	2
<i>L. monocytogenes</i>	6	6	2

Tab. 2: Concentração bactericida mínima (CBM) do gel de quitosana, nanopartículas de quitosana e gel enriquecido com nanopartículas.

Alguns autores relatam que a quitosana possui um maior efeito antimicrobiano contra bactérias gram-positivas, do que gram-negativas, devido a membrana externa que serve como uma barreira protetora para célula gram-negativa (ZHONG et al., 2008). Contudo, outros estudos referem que a ação antimicrobiana da quitosana é maior contra bactérias gram-negativas, por causa da sua maior densidade de carga negativa, que liga-se as cargas positivas da quitosana, causando vazamento do material intracelular e portanto, maior efeito inibitório (CHUNG et al., 2004). Em nosso trabalho, o gel de quitosana obteve o menor CIM e CBM (3mg/ml) para bactérias gram-negativas, porém a *Salmonella spp.* que também faz parte desse grupo de bactérias obteve um dos maiores valores de CIM e CBM (6mg/ml). Esses resultados estão de acordo com o preconizado por Devlieghere et al. (2004), que relata que a ação antimicrobiana da quitosana depende também de outros fatores como a cepa utilizada e a espécie analisada. Segundo Goy et al., (2009), em ambos os tipos de bactérias, a quitosana parece agir diferentemente, mas nos dois casos ela age satisfatoriamente.

Apesar de bastante documentado na literatura a ação antimicrobiana do gel de

quitosana, as propriedades antimicrobianas das nanopartículas ainda são limitadas. Os resultados encontrados mostram uma melhora na ação antimicrobiana da nanopartículas quando comparado ao gel. Em relação ao gel, houve uma diminuição nos CIM da *Salmonella spp.*, *S.aureus* e *L. monocytogenes* e no CBM da *E.coli*. Qi et al. (2004), também obteve resultados melhores com as nanopartículas para a *E.coli*, *S. aureus* e *Salmonella spp.*, do que com o gel de quitosana.

Essa melhora da atividade antimicrobiana deve-se a maior área superficial e densidade de carga das nanopartículas de quitosana, pois há uma maior interação dessas partículas com a célula bacteriana, o que causa vazamento de componentes intracelulares, ocasionando a morte do microrganismo (Qi et al., 2004; SHI et al., 2006).

O *S. aureus* apresentou um CIM (2,0mg/ml) melhor que o encontrado por Madureira et al. (2015), quando produziu nanopartículas de quitosana de alto peso molecular (2,5mg/ml). Para a *E.coli* foi encontrado um CBM (3,0mg/ml) ligeiramente inferior ao de Madureira et al. (2015) (2,8mg/ml). Contudo, segundo Devlieghere et al. (2004), comparar os valores de CIM e CBM de diferentes estudos é difícil, por causa da possibilidade de diferenças nas características da quitosana utilizada, na temperatura de incubação, pH, solvente, cepa e espécies analisadas.

Com relação ao gel de quitosana enriquecido com nanopartículas, percebemos que a melhora na ação antimicrobiana ocorreu em quase todas as bactérias, com exceção apenas da *Salmonella spp.*, cujos valores de CIM e CBM mantiveram-se iguais aos determinados para as nanopartículas sozinhas.

No gel de quitosana as nanopartículas apresentam-se mais dispersas e segundo Lee et al. (2010) as nanopartículas quando bem dispersas na solução são mais eficientemente transportadas para a parede celular da bactéria causando distúrbios e levando a uma maior atividade antimicrobiana.

Em relação a atividade antimicrobiana, uma cobertura mais homogênea é desejável, pois fornece uma proteção mais efetiva entre a fruta e o ambiente externo, como consequência, a transferência de oxigênio e a atividade respiratória do microrganismo são prejudicadas (AQUINO et al., 2015). Portanto, tendo em vista estes aspectos, no presente trabalho foi escolhido o gel de quitosana enriquecido com nanopartículas para posterior aplicação nas uvas.

As tabelas 3 e 4 mostram o resultado do estudo in vivo das diferentes concentrações de nanopartículas em uvas refrigeradas e não refrigeradas infectadas artificialmente pela *E.coli*.

A amostra controle, em ambas as temperaturas, apresentou os valores máximo de *E.coli* detectado pela técnica do NMP. Neste caso, a temperatura de armazenamento não interferiu nos resultados encontrados. Porém, as amostras CIM e 2CIM, foram as mais eficazes na inibição da *E.coli*, além disso a temperatura de armazenamento mostrou-se um fator potencializador dessa inibição.

TRATAMENTO	DIA DE ARMAZENAMENTO						
	0	2	4	6	8	10	12
Controle	210	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100
CIM/2	36,59	18,86	160	290	1100	>1100	23
CIM	9,2	3	35	75	150	460	9,2
2CIM	7,4	<3	19,23	43	28	3	3,6

Tab. 3: Sobrevivência de *E.coli* (NMP/g) em uvas não refrigeradas (25°C) após aplicação de diferentes concentrações de nanopartículas.

Controle: uvas sem cobertura; CIM/2: uvas cobertas com a metade da concentração inibitória mínima das nanopartículas; CIM: uvas cobertas com a concentração inibitória mínima das nanopartículas; 2CIM: uvas cobertas com duas vezes a concentração inibitória mínima das nanopartículas.

TRATAMENTO	DIA DE ARMAZENAMENTO								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
Controle	1.100	1.100	1.100	>1.100	>1.100	>1.100	>1.100	>1.100	>1.100
CIM/2	1.100	<3	43	6,2	240	<3	14	<3	<3
CIM	1.100	<3	3	93	240	3,6	3	<3	<3
2CIM	1.100	<3	<3	7,4	<3	<3	<3	<3	<3

Tab. 4: Sobrevivência de *E.coli* (NMP/g) em uvas refrigeradas (12°C) após aplicação de diferentes concentrações de nanopartículas.

Controle: uvas sem cobertura; CIM/2: uvas cobertas com a metade da concentração inibitória mínima das nanopartículas; CIM: uvas cobertas com a concentração inibitória mínima das nanopartículas; 2CIM: uvas cobertas com duas vezes a concentração inibitória mínima das nanopartículas.

Baixas temperaturas tem sido sugeridas como um ponto crítico no controle da contaminação microbiana em frutas e vegetais, inclusive eficaz em manter a qualidade pós-colheita de uvas (CARTER et al., 2015).

As nanopartículas na concentração CIM/2 em temperatura de refrigeração obteve os valores mínimos da técnica do NMP nos 4 últimos dias da análise, mostrando melhora em relação a essa mesma concentração em temperatura ambiente. Na concentração CIM, apenas os dias 9, 12 e 15 mostraram resultados acima do limite mínimo que é de 3NMP/g, enquanto que em temperatura ambiente todos os dias apresentaram valores acima desse limite mínimo, com exceção do dia 2. Um declínio na população de *E.coli* depois da inoculação e em armazenamento a baixas temperaturas também foi observado em alfaces (THEOFEL; HARRIS, 2009) e em aipo (VANDAMM et al., 2013).

Em nosso estudo, o melhor resultado foi encontrado para as uvas em temperatura de refrigeração e cobertas com nanopartículas na concentração 2CIM. Em todos os 24 dias de análise, essas uvas apresentaram resultados semelhantes ao limite mínimo da técnica do NMP, apenas no dia 0 e 9 encontrou-se valores acima desse limite. A concentração 2CIM assemelha-se a concentração bactericida mínima

determinada na atividade antimicrobiana para *E.coli* e portanto os resultados in vitro estão de acordo com a nossa análise in vivo.

Aquino et al. (2015), analisando goiabas com e sem cobertura de quitosana enriquecida com óleo essencial de *Lippia gracilis* encontrou valores <3NMP/g durante os 10 dias do estudo. Resultados semelhantes foram encontrados em nosso trabalho para uvas cobertas com nanopartículas na concentração 2CIM e armazenadas sobre refrigeração. Contudo, a cobertura analisada em nosso estudo mostrou-se mais eficaz pois as uvas foram infectadas antes da aplicação das substâncias teste e obtiveram resultados semelhantes em relação as goiabas estudadas por Aquino et al. (2015) que não foram infectadas previamente com *E.coli*.

A melhor ação antimicrobiana das coberturas comestíveis com nanopartículas em relação ao uso da quitosana em gel, reafirma o preconizado por Cruz-Romero et al. (2013), de que as nanopartículas de quitosana apresentam atividade antimicrobiana intensificada, porque o seu pequeno tamanho possibilita a entrada da quitosana mais facilmente na célula microbiana, combinando-se com o DNA, inibindo a síntese de RNAm e a transcrição do DNA, promovendo distúrbios no metabolismo celular que são capazes de levar à morte do microrganismo.

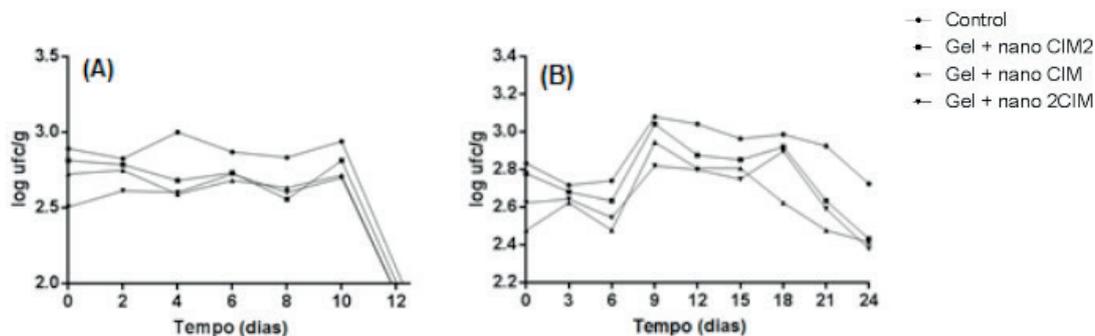
Os resultados encontrados para *Salmonella spp.* encontram-se na figura 1. A amostra CIM/2, apresentou resultados semelhantes ao encontrado nas uvas controles nos 2 primeiros dias. Nos dias seguintes os resultados aproximam-se dos valores encontrados para as outras concentrações de nanopartículas, mostrando um início lento na ação antimicrobiana da concentração CIM/2 contra *Salmonella spp.* em uvas não refrigeradas.

No armazenamento a temperatura ambiente, foi observado também que ao final do período de análise ocorreu um intenso crescimento fúngico nas uvas, culminando com a fermentação dessa fruta e a ausência do microrganismo estudado no 12º dia de análise.

Segundo Lopez-Velasco et al. (2012), a microflora da própria uva pode antagonizar com as células do patógeno inoculado. Isso ocorre devido a competição por nutriente e espaço entre os microrganismos presentes (SIM et al., 2013). Esse efeito antagônico observado em nosso estudo, também foi visto após apenas 4 dias em uvas armazenadas a temperatura ambiente e cobertas com cera de carnaúba cujo crescimento fúngico inibiu o desenvolvimento de *Salmonella spp.* e *E.coli* (KIM et al., 2014). Resultado semelhante foi encontrado por Lopez-Velasco et al. (2012), em folhas de espinafre.

Nas uvas armazenadas refrigeradas, não foi observado crescimento fúngico durante o período de 24 dias de análise, mostrando a importância da temperatura em controlar o desenvolvimento da microflora da fruta. Ma et al. (2016), não observou crescimento de *Salmonella spp.* a 4°C, estando de acordo com o preconizado pela FDA (2001) que diz que a temperatura mínima de crescimento da *Salmonella spp.* é em torno de 4-5°C. Em nosso estudo a temperatura de refrigeração não foi capaz

de inibir completamente o crescimento desta bactéria, no entanto, nos 4 últimos dias de análise houve uma diminuição no crescimento da *Salmonella spp.* nas uvas com tratamento.



As coberturas comestíveis à base de nanopartículas de quitosana analisadas em nosso estudo foram capazes de inibir o crescimento das bactérias estudadas. Essa inibição ocorreu devido à ação antimicrobiana intensificada das nanopartículas de quitosana e à atmosfera modificada criada pela cobertura, capaz de suprimir a concentração de oxigênio do microrganismo. Segundo Kim et al. (2014), a aplicação do inóculo na fruta antes da cobertura comestível, método adotado em nosso estudo, simula uma situação onde as bactérias contaminam as uvas antes da aplicação da substância antimicrobiana e portanto a cobertura aplicada posteriormente produz um ambiente com baixa concentração de oxigênio para as células microbianas, agindo como uma barreira.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados indicaram uma melhor ação antimicrobiana das nanopartículas quando comparado ao gel de quitosana. Quando as partículas foram dispersas no gel de quitosana formaram uma excelente cobertura comestível, capaz de controlar o crescimento microbiano de *Salmonella spp.* e *E. coli* em uvas pós-colheita, tornando-se uma alternativa para o controle de bactérias pós-colheita em frutas.

Portanto, com base nos resultados encontrados, verificamos que as coberturas comestíveis com nanopartículas de quitosana fúngica podem ser usadas como alternativa promissora para preservar as qualidades pós-colheita de uvas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa Kitozyme pelo fornecimento da quitosana fúngica utilizada na pesquisa e a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia

(FACEPE- Brasil) pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, A.B.; BLANK, A.F.; SANTANA, L.C.L.A. **Impact of edible chitosan cassava starch coatings enriched with *Lippia gracilis*-Schauer genotype mixtures on the shelf life of guavas (*Psidium guajava* L.) during storage at room temperature.** Food Chemistry, 171, 108–116, 2015.
- ALVES, E.G.; VINHOLIS, A.H.C.; CASEMIRO, L.A.; FURTADO, N.A.J.C.; SILVA, M.L.A.; CUNHA, W.R.; MARTINS, C.H.G. **Estudo comparativo de técnicas de screening para avaliação da atividade antibacteriana de extratos brutos de espécies vegetais e de substâncias puras.** Química Nova, 31, 1224-1229, 2008.
- BOUGNICOURT, L.; ALCOUFFE, P.; LADAVIÈRE, C. Elaboration of chitosan nanoparticles: **Favorable impact of a mild thermal treatment to obtain finely divided, spherical, and colloidal stable objects.** Colloids and surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 457, 476-486, 2014.
- BRASIL, ANVISA - Agência Nacional De Vigilância Sanitária, **Resolução RDC nº 12, 02 de janeiro de 2001.** Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em: 19 de agosto 2018.
- CALVO, P.; REMUÑÁN-LÓPEZ, C.; VILA-JATO, J.L.; ALONSO, M.J. **Novel hydrophilic chitosan-polyethylene oxide nanoparticles as protein carriers.** Journal of Applied Polymer Science, 63, 125-132, 1997.
- CARTER, M.Q.; CHAPMAN, H.M.; GABLER, F.; BRANDL, M.T. **Effect of sulfur dioxide fumigation on survival of foodborne pathogens on table grapes under standard storage temperature.** Food Microbiology, 49, 189-196, 2015.
- CHIEN, P.J.; SHEU, F., LIN, H.R. **Coating citrus (*Murcott tango*) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life.** Food Chemistry, 100, 1160-1164, 2007.
- CHUNG, Y.C.; SU, Y.P.; CHEN, C.C.; JIA, G.; WANG, H.L.; WU, J.C.G.; LIN, J.G. **Relationship between antibacterial activity of chitosans and surface characteristics of cell wall.** Acta Pharmacologica Sinica, 25, 932–936, 2004.
- CRUZ-ROMERO, M.C.; MURPHY, T.; MORRIS, M. CUMMINS, E. KERRY, J.P. **Antimicrobial activity of chitosan, organic acids and nano-sized solubilisates for potential use in smart antimicrobially-active packaging for potential food applications.** Food Control, 34, 393-397, 2013.
- DEVLIEGHERE, F.; VERMEULEN, A.; DEBEVERE, J. **Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables.** Food Microbiology, 21, 703-714, 2004.
- DIAS, K.B.; SILVA, D.P.; FERREIRA, L.A.; FIDELIS, R.R.; COSTA, J.L.; LOPES DA SILVA A.L.; SCHEIDT, G.N. **Chitin and chitosan: Characteristics, uses and production current perspectives.** Journal of Biotechnology and Biodiversity, 4, 184-191, 2013.
- FDA (U.S. Food and Drug Administration) (2010). **Bacteriological analytical manual online.** Available from: <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/default.htm> Acesso em:30.08.15.
- FERNANDES, J.C; TAVARIA, F.K.; SOARES, J.C.; RAMOS, O.S.; MONTEIRO, M.J.; PINTADO, M.E.; MALCATA, F.X. **Antimicrobial effects of chitosans and chitooligosaccharides, upon**

- Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, in food model systems.** Food Microbiology, 25, 922–928, 2008.
- GOY, R.C.; BRITTO, D.; ASSIS, O.B.G. **A review of the antimicrobial activity of chitosan.** Polímeros: Ciência e Tecnologia, 9, 3, 241-247, 2009.
- ING, L.Y.; ZIN, M.N.; SARWAR, A.; KATAS, H. **Antifungal activity of chitosan nanoparticles and correlation with their physical properties.** International Journal of Biomaterials, 632698, 1–9, 2012.
- JIANGLIAN, D.; SHAOYING, Z. **Application of chitosan based coating in fruit and vegetable preservation: a review.** Journal Food Technology, 4, 227, 2013.
- KIM, L.H.; OH, Y.A.; LEE, H.; SONG, K.B.; MIN, S.C. **Grape berry coatings of lemongrass oil-incorporating nanoemulsion.** Food Science and Technology, 58, 1-10, 2014.
- KONG, M.; CHEN, X.G.; XING, K.; PARK, H.J. **Antimicrobial properties of chitosan and mode of action: a state of art review.** International Journal of Food Microbiology, 144, 51-63, 2010.
- LEE, S.M.; SONG, L.C.; LEE, B.S. **Antibacterial activity of silver nanoparticles prepared by a chemical reduction method.** J. Chem. Eng., 27, 688-692, 2010.
- LOPEZ-VALASCO, G.; TYDINGS, H.A.; BPYER, R.R.; FALKINHAM, J.O.; PONDER, M.A. **Characterization of interactions between *Escherichia coli* O157:H7 with epiphytic bacteria in vitro and on spinach leaf surfaces.** Int. J. Food Microbiol., 153, 351–357, 2012.
- MA, C.; LI, J.; ZHANG, Q. **Behavior of *Salmonella spp.* On fresh-cut tropical fruits.** Food Microbiology, 1-9, 2016.
- MADUREIRA, A.R.; PEREIRA, A.; CASTRO, P.M.; PINTADO, M. **Production of antimicrobial nanoparticles against food pathogens.** Journal of Food Engineering, 167, 210-216, 2015.
- MOHAMMADI, A.; HASHEMI, M.; HOSSEINI, S.M. **Nanoencapsulation of *Zataria multiflora* essential oil preparation and characterization with enhanced antifungal activity for controlling *Botrytis cinerea*, the causal agent of gray mould disease.** Innovative Food Science and Emerging Technologies, 28, 73-80, 2015.
- NOWSHEHRI, J.A.; BHAT, Z.A.; Shah, M.Y. **Blessings in disguise: bio-functional benefits of grape seedextracts.** Food Research International, 77, 333-348, 2015.
- PALOMINO, J. C.; MARTIN, A.; CAMACHO, M.; GUERRA, H.; SWINGS, J.; PORTAELS, F. **Resazurin microtiter assay plate: simple and inexpensive method for detection of drug resistance in *Mycobacterium tuberculosis*.** Antimicrob. Agents. Chemother, 46, 2720–2722, 2002.
- PINTO, R.; LINCHTER, A.; DANSHIN, A.; SELA, S. **The effect of an ethanol dip of table grapes on populations of *Escherichia coli*.** Postharvest Biology and Technology, 39, 308-313, 2006.
- PRASHANTH, H. K. V.; THARANATHAN, R. N. **Chitin/chitosan: modifications and their unlimited application potential-an overview.** Trends in Food Science and Technology, 18, 117-131, 2006.
- QI, L.F.; XU, Z.R.; JIANG, X.; HU, C.H.; ZOU, X.F. **Preparation and antibacterial activity of chitosan nanoparticles.** Carbohydrate Research, 339, 2693–2700, 2004.
- RAMENAZI, Z.; ZAREI, M.; RAMINNEJAD, N. **Comparing the effectiveness of chitosan and nanochitosan coatings on the quality of refrigerated silver carp fillets.** Food Control, 51, 43–48, 2015.

SERRANO, M.; MARTINEZ-ROMERO, D.; GUILLÉN, F.; CASTILLO, S.; VALERO, D. **Maintenance of broccoli quality and functional properties during cold storage as affected by modified atmosphere packaging.** *Postharvest Biology and Technology*, 39, 61-68, 2006.

SHI, Z.; NEOH, K.G.; KANG, E.T.; WANG, W. **Antibacterial and mechanical properties of bone cement impregnated with chitosan nanoparticles.** *Biomaterials*, 27, 2440-2449, 2006.

SHIGEMASA, Y.; MINAMI, S. **Application of chitin and chitosan for biomaterials.** *Biotechnol Gen Eng Rev*, 17, 413-420, 1996.

SIM, H.L.; HONG, Y.K.; YOON, W.B.; YUK, H.G. **Behavior of *Salmonella* spp. and natural microbiota on fresh-cut dragon fruits at different storage temperatures.** *Int. J. Food Microbiol.*, 160, 239–244, 2013.

THEOFEL, C.G.; HARRIS, L.J. **Impact of preinoculation culture conditions on the behavior of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated onto romaine lettuce (*Lactuca sativa*) plants and cut leaf surfaces.** *J. Food Prot.*, 72, 1553–1559, 2009.

VANDAMM, J.P. ; LI, D.; HARRIS, L.J.; SCHAFFNER, D.W.; DANYLUK, M.D. **Fate of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella* on fresh-cut celery.** *Food Microbiology*, 34, 151–157, 2013.

VASCONCELOS DE OLIVEIRA, C.E.; MAGNANI, M.; VERÍSSIMO DE SALES, C.; PONTES, A.L.S.; CAMPOS-TAKAKI, G.M.; STAMFORD, T.C.M.; LEITE DE SOUZA, E. **Effects of chitosan from *Cunninghamella elegans* on virulence of postharvest pathogenic fungi in table grapes (*Vitis labrusca* L.).** *International Journal of Food Microbiology*, 171, 54-61, 2014.

ZHONG, Z.M.; XING, R.G.; LIU, S.; WANG, L.; CAI, S.B. LI, P.C. **Synthesis of acyl thiourea derivatives of chitosan and their antimicrobial activities in vitro.** *Carbohydrate Research*, 343, 566–570, 2008.

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

Aceitação 3, 10, 17, 21, 24, 25, 28, 30, 32, 33, 34, 35, 40, 47, 51, 55, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 83, 86, 89, 93, 96, 97, 98, 110, 112, 133, 134, 138, 139, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 160, 166, 175, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 235, 237, 238, 243, 244, 245, 253, 255, 257, 262
Aceitação sensorial 21, 24, 25, 35, 65, 89, 93, 97, 98, 139, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 237, 245, 253
ADO 65, 67, 68, 70, 73
Agroindústrias 13, 14, 15
Alimento saudável 139
Análise física 100, 101, 107
Análise sensorial 10, 11, 13, 16, 17, 21, 23, 28, 35, 36, 46, 51, 55, 57, 67, 72, 73, 93, 109, 111, 113, 114, 117, 119, 132, 133, 135, 136, 137, 141, 172, 176, 179, 180, 181, 185, 186, 241, 243, 256, 257, 258, 262, 273
Antioxidante 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 39, 47, 48, 73, 108, 118, 148, 157, 158, 207, 270
Aproveitamento de resíduo 37
Atividade antioxidante 13, 14, 15, 16, 19, 22, 23, 24, 39, 73, 148, 207

B

Betalainas 13, 14, 16, 17, 19, 20, 22
Bolo 1, 3, 8, 9, 10, 11, 26, 35, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98
Brassica oleracea L. 111, 112, 119

C

Casca de uva 46, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56
Cereal matinal 46, 47, 51, 53, 54, 55, 56, 57
Confeitaria 1, 2, 3, 10, 11, 102, 216, 225

D

Doença Celíaca 89, 90, 98, 140

E

Empanado 111, 114, 116, 119
Extrato vegetal 101, 103

F

Fermentação 29, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 91, 104, 105, 106, 107, 121, 122, 123, 124, 126, 128, 129, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 161, 195, 238, 239, 240, 241, 242
Fermentação alcoólica 44, 121, 122, 238
Fermento químico 1, 3, 6, 7, 8, 10

Fibra alimentar 26, 27, 91, 119, 138, 139, 141, 142, 144, 145, 148, 174, 255, 259, 261
Físico-química 16, 18, 23, 25, 28, 30, 52, 53, 65, 70, 74, 84, 130, 132, 139, 149, 154, 157, 169,
170, 207, 209, 216, 224, 226, 227, 238, 239, 245, 250, 262, 270
Frutas tropicais 65, 271

G

Gastronomia 1, 2, 3, 10, 11, 101, 119, 148, 185
Glúten 12, 28, 32, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 102, 105, 106, 107, 108, 115, 119,
123, 140, 262

H

Hidrodestilação 58, 59, 60

L

Lippia alba 58, 59, 62, 63, 64

M

Mucilagem de Chia 75, 76, 77, 79

N

Nova bebida 37
Novos produtos 15, 27, 34, 40, 91, 97, 100, 101, 102, 111, 122, 141, 162, 174, 253, 273

O

Óleo essencial 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 195

P

Panificação 2, 3, 11, 12, 25, 27, 34, 35, 39, 89, 90, 91, 100, 102, 109, 139, 140, 173, 210, 211,
215

Q

Queijo Minas frescal 82, 88

R

Reologia 75, 76

S

Segurança alimentar 11, 82, 145, 270
Sorgo 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 225
Suco verde 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81

T

Técnicas culinárias 1

V

Vida de prateleira 74, 82, 83, 255

Vinho de fruto 121

Vinificação 39, 121, 122

Y

Yarrowia lipolytica 75, 76, 77, 81

YIBio 75, 76, 80

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-700-0



9 788572 477000