

VANESSA BORDIN VIERA
JULIANA KÉSSIA BARBOSA SOARES
ANA CAROLINA DOS SANTOS COSTA
(ORGANIZADORAS)



PRÁTICA E PESQUISA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 4

 **Atena**
Editora

Ano 2020

VANESSA BORDIN VIERA
JULIANA KÉSSIA BARBOSA SOARES
ANA CAROLINA DOS SANTOS COSTA
(ORGANIZADORAS)



PRÁTICA E PESQUISA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 4

 **Atena**
Editora

Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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 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, 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

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
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 Internazionele 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
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. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
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
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci 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
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

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
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 Miranilde 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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
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
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
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. Ma. 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. 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
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
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/UFPA
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 Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia 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. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
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. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
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
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

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Vanessa Bordin Viera
Juliana Késsia Barbosa Soares
Ana Carolina dos Santos Costa

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

P912 Prática e pesquisa em ciência e tecnologia de alimentos 4
[recurso eletrônico] / Organizadores Vanessa Bordin
Viera, Juliana Késsia Barbosa Soares, Ana Carolina dos
Santos Costa. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-5706-302-6

DOI 10.22533/at.ed.026202708

1. Alimentos – Análise. 2. Alimentos – Indústria. 3.
Tecnologia de alimentos. I. Bordin, Vanessa. II. Soares,
Juliana Késsia Barbosa. III. Costa, Ana Carolina dos Santos.

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra intitulada “Prática e Pesquisa em Ciência e Tecnologia 3 está dividida em 2 volumes totalizando 34 artigos científicos que abordam temáticas como elaboração de novos produtos, embalagens, análise sensorial, boas práticas de fabricação, microbiologia de alimentos, avaliação físico-química de alimentos, entre outros.

Os artigos apresentados nessa obra são de extrema importância e trazem assuntos atuais na Ciência e Tecnologia de Alimentos. Fica claro que o alimento *in natura* ou transformado em um produto precisa ser conhecido quanto aos seus nutrientes, vitaminas, minerais, quanto a sua microbiologia e sua aceitabilidade sensorial para que possa ser comercializado e consumido. Para isso, se fazem necessárias pesquisas científicas, que comprovem a composição, benefícios e atestem a qualidade desse alimento para que o consumo se faça de maneira segura.

Diante disso, convidamos os leitores para conhecer e se atualizar com pesquisas na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos através da leitura desse e-book. Por fim, desejamos a todos uma excelente leitura!

Vanessa Bordin Viera

Natiéli Piovesan

Juliana Késsia Barbosa Soares

Ana Carolina dos Santos Costa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....1

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE GOMA CAROB SOBRE PROPRIEDADES DOS FILMES DE PROTEÍNA DE SOJA CONTENDO 70% DE PROTEÍNA

Kayque Antonio Santos Medeiros

Keila de Souza Silva

Laís Ravazzi Amado

Maria Mariana Garcia de Oliveira

Angela Maria Picolloto

Otávio Akira Sakai

Giselle Nathaly Calaça

DOI 10.22533/at.ed.0262027081

CAPÍTULO 2.....16

AVALIAÇÃO DA ACEITABILIDADE DA ALIMENTAÇÃO ESCOLAR DO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS – MA

Amanda Cristina Araujo Gomes

Simone Kelly Rodrigues Lima

Renata Freitas Souza

Eliana da Silva Plácido

DOI 10.22533/at.ed.0262027082

CAPÍTULO 3.....26

AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E DETERMINAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA DE FARINHA OBTIDA DE RESÍDUOS DE TAMBAQUI (*COLOSSOMA MACROPOMUM*)

Gisele Teixeira de Souza Sora

Daniely Aparecida Roas Ribeiro

Geovanna Lemos Lima

Daniela de Araújo Sampaio

DOI 10.22533/at.ed.0262027083

CAPÍTULO 4.....37

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DO LIMÃO SICILIANO EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

Amanda Barbosa de Faria

Priscila Paula de Faria

Shaiene de Sousa Costa

Lauro Ricardo Walker Gomes

Iaquine Maria Castilho Bezerra

Jéssica Silva Medeiros

Marco Antônio Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.0262027084

CAPÍTULO 5.....46

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ANTIOXIDANTE DE SMOOTHIE DE MANGA (TOMMY ATKINS) COM FERMENTADO DE KEFIR DE ÁGUA E LEITE

Igor Souza de Brito
Esther Cristina Neves Medeiros
Jéssica Silva Medeiros
Pamella Cristina Teixeira
Lucas Henrique Santiago Dourado
Givanildo de Oliveira Santos
Marco Antônio Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.0262027085

CAPÍTULO 6.....57

DESENVOLVIMENTO DE CERVEJA ARTESANAL TIPO PILSEN COM ADIÇÃO DE POLPA DE ACEROLA, MALPIGHIA EMARGINATA DC

Antonio Carlos Freitas Souza
Jaqueline Freitas Souza
Evanilza Aristides Santana

DOI 10.22533/at.ed.0262027086

CAPÍTULO 7.....70

ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO E QUIMIOMETRIA: FERRAMENTA PARA INVESTIGAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DE LEITE POR RESÍDUOS DE ANTIBIÓTICO

Alexandre Gomes Marques de Freitas
Bárbara Elizabeth Alves de Magalhães
Sérgio Augusto de Albuquerque Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.0262027087

CAPÍTULO 8.....80

ESTABILIDADE DE FILMES BIODEGRADÁVEIS COM PROTEÍNAS MIOFIBRILARES DE PESCADA AMARELA (CYNOSCION ACOUPA)

Gleice Vasconcelos da Silva Pereira
Glauce Vasconcelos da Silva Pereira
Eleda Maria Paixão Xavier Neves
Jose de Arimateia Rodrigues do Rego
Davi do Socorro Barros Brasil
Maria Regina Sarkis Peixoto Joele

DOI 10.22533/at.ed.0262027088

CAPÍTULO 9.....92

ESTUDO DA ESPÉCIE FRUTÍFERA CAFÉ-DO-AMAZONAS (BUNCHOSIA GLANDULIFERA): CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PROPOSTAS TECNOLÓGICAS DE UTILIZAÇÃO

Nayara Pereira Lima
Denzel Washihgton Cardoso Bom Tempo
Ana Maria Silva
Auxiliadora Cristina Corrêa Barata Lopes

DOI 10.22533/at.ed.0262027089

CAPÍTULO 10.....101

MOLHO CREMOSO A BASE DE JAMBU: COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA

Lícia Amazonas Calandrini Braga

Lucas Felipe Araújo de Souza

Ellén Cristina Nabiça Rodrigues

Anne Suellen Oliveira Pinto

Tânia Sulamytha Bezerra

Pedro Danilo de Oliveira

Adriano Cesar Calandrini Braga

DOI 10.22533/at.ed.02620270810

CAPÍTULO 11.....108

PERFIL FÍSICO-QUÍMICO E SENSORIAL DE DERIVADOS LÁCTEOS COM DIFERENTES TEORES DE GORDURA

Lorrayne de Souza Araújo Martins

Maria Siqueira de Lima

Rodrigo Garcia Motta

Edmar Soares Nicolau

Paulo Victor Toledo Leão

Leonardo Amorim de Oliveira

Mariana Buranelo Egea

Samuel Viana Ferreira

Ruthele Moraes do Carmo

Clarice Gebara Muraro Serrate Cordeiro Tenório

Marco Antônio Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.02620270811

CAPÍTULO 12.....131

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHA DE BIJUPIRÁ (*Rachycentron canadum*)

Gilberto Arcanjo Fagundes

Ettore Amato

Myriam de las Mercedes Salas-Mellado

DOI 10.22533/at.ed.02620270812

CAPÍTULO 13.....146

PROPRIEDADES TERMOFÍSICAS DE CONCENTRADO PROTEICO OBTIDO DE RESÍDUOS DE TAMBAQUI (*COLOSSOMA MACROPOMUM*)

Daniela de Araujo Sampaio

Geovanna Lemos Lima

Gisele Teixeira de Souza Sora

Daniely Aparecida Roas Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.02620270813

CAPÍTULO 14.....	158
PROXIMATE COMPOSITION AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF DIETARY FIBER CONCENTRATES FROM GRAPE POMACE SKINS	
Ana Betine Beutinger Bender	
Bruno Bianchi Loureiro	
Caroline Sefrin Speroni	
Paulo Roberto Salvador	
Fernanda Rodrigues Goulart Ferrigolo	
Naglezi de Menezes Lovatto	
Leila Picolli da Silva	
Neidi Garcia Penna	
DOI 10.22533/at.ed.02620270814	
CAPÍTULO 15.....	168
QUANTIFICAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS TRANS E SATURADOS EM BOLACHAS RECHEADAS E BOLACHAS WAFERS PRODUZIDAS NO BRASIL	
Tamires Carvalho Lins Montilla	
Rosângela Pavan Torres	
Jorge Mancini – Filho	
DOI 10.22533/at.ed.02620270815	
CAPÍTULO 16.....	179
UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE LINHAÇA (<i>LINUM USITATISSIMUM L.</i>) EM LINGUIÇA DE OVINO	
Lucas Cerqueira Machado Dias	
Natália Martins dos Santos do Vale	
Paulo Cezar Almeida Santos	
João Henrique Cavalcante de Góes	
José Diego Nemesio Beltrão	
Henrique Farias de Oliveira	
Almir Carlos de Souza Júnior	
Márcia Monteiro dos Santos	
Neila Mello dos Santos Cortez	
Graciliane Nobre da Cruz Ximenes	
Marina Maria Barbosa de Oliveira	
Jenyffer Medeiros Campos Guerra	
DOI 10.22533/at.ed.02620270816	
SOBRE AS ORGANIZADORAS.....	190
ÍNDICE REMISSIVO.....	191

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE GOMA CAROB SOBRE PROPRIEDADES DOS FILMES DE PROTEÍNA DE SOJA CONTENDO 70% DE PROTEÍNA

Data de aceite: 01/07/2020

Kayque Antonio Santos Medeiros

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Departamento de Tecnologia Umuarama, PR
<http://lattes.cnpq.br/0346743203332439>

Keila de Souza Silva

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Departamento de Tecnologia Umuarama, PR
<http://lattes.cnpq.br/3995848253893082>

Laís Ravazzi Amado

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos
São José do Rio Preto, SP
<http://lattes.cnpq.br/1290179289368472>

Maria Mariana Garcia de Oliveira

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos
São José do Rio Preto, SP
<http://lattes.cnpq.br/4097168733908285>

Angela Maria Picolloto

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Departamento de Tecnologia Umuarama, PR
<http://lattes.cnpq.br/9909400184500689>

Otávio Akira Sakai

Instituto Federal do Paraná (IFPR)
Umuarama, PR
<http://lattes.cnpq.br/7555056380237240>

Giselle Nathaly Calaça

Instituto Federal do Paraná (IFPR)
Iratí, PR
<http://lattes.cnpq.br/0111619257051946>

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estudar a influência da adição da goma alfarroba (LBG) em filmes contendo 5% de proteína concentrada de soja (SPC) e avaliar a interação entre os compostos e o impacto dessa interação na estrutura e nas características físico-químicas (umidade, solubilidade, opacidade, permeabilidade ao vapor de água, cor e propriedade mecânica) dos filmes compostos. Os filmes foram realizados pelo método de *casting* e variando a concentração de LBG (0; 0,05; 0,1 e 0,3%) em 5% de SPC. Através da microestrutura dos filmes foi observado estruturas irregulares e heterogêneas, indicando a interação intermolecular entre os componentes. A interação também foi observada pela análise de FTIR, indicando aumento da transmitância e mudanças nas estruturas moleculares com adição da LBG. A solubilidade e a resistência a tração não foram alteradas, significativamente, em nenhuma concentração de LBG, entretanto a permeabilidade a vapor de água e a elongação dos filmes foram alteradas com adição de 0,3% de LBG deixando os filmes menos elásticos e mais permeáveis à água quando comparados aos filmes sem goma, 0% de LBG. A opacidade dos filmes aumentou 47% com a incorporação de 0,3% LBG comparado aos filmes sem a goma, e houve uma tendência na diminuição da claridade do filme em concentrações de 0,05 a 0,3% de LBG.

PALAVRAS CHAVE: filme-biodegradável; proteína; SPC; proteína de soja; LBG.

EVALUATION OF THE CONCENTRATION OF CAROB GUM ON PROPERTIES OF SOY PROTEIN BASED FILMS CONTAINING 70% PROTEIN

ABSTRACT: The objective of this work was to study the influence of the addition of locust bean gum (LBG) in films containing 5% soy protein concentrate (SPC) and to evaluate the interaction between the compounds and the impact of this interaction on the structure and physico-chemical characteristics (moisture, solubility, opacity water vapor permeability, color and mechanical properties) of composite films. The films were made using the casting method and varying the concentration of LBG (0; 0.05; 0.1 and 0.3%) in 5% SPC. Through the microstructure of the films, irregular and heterogeneous structures were observed, indicating that there was intermolecular interaction between the components. The interaction was also observed by FTIR analysis, indicating increased transmittance and changes in structures with the addition of LBG. The solubility and tensile strength were not significantly altered in any LBG concentration, however the water vapor permeability and the elongation of the films were changed with the addition of 0.3% LBG leaving the films less elastic and more permeable when compared to films without gum, 0% LBG. The opacity of the films increased 47% with the incorporation of 0.3% LBG compared to films without the gum, however there was a tendency to decrease the clarity of the film at concentrations of 0.05 to 0.3% LBG.

KEYWORDS: biodegradable film; protein; SPC; soy protein; LBG.

1 | INTRODUÇÃO

A substituição de polímeros sintéticos convencionais na produção de embalagens de alimentos por polímeros biodegradáveis provenientes de matéria orgânica tem sido alvo de estudo nos últimos anos, em consideração aos impactos ambientais que esses polímeros sintéticos vêm gerando (FECHINE, 2013).

Muitos pesquisadores têm indicado o emprego de polissacarídeos e proteínas para a fabricação de filmes biodegradáveis, devido, sobretudo, a sua elevada capacidade de se decompor no ambiente. Dentre as proteínas, algumas pesquisas têm destacado que a de soja possui alto potencial para a substituição dos materiais provenientes do petróleo (CIANNAMEA et al., 2014; GARRIDO et al., 2016; AMADO et al., 2019).

A proteína de soja é um subproduto da fabricação do óleo de soja, e pode ser encontrada como farinha de soja (SF, 40 – 60% de proteína), concentrado de soja (SPC, 60 – 80% de proteína) e isolado de soja (SPI, \geq 90% de proteína), e contém em sua composição quatro frações principais de globulina, sendo as majoritárias a glicinina (11S) e a conglicinina (7S) (JANJARASSKUL e KROCHTA, 2010; SONG et al., 2011). A proteína de soja é capaz de formar filmes com boas propriedades mecânicas e barreira ao oxigênio (CHO et al., 2007; SILVA et al., 2020), entretanto os filmes constituídos com essa proteína apresentam grande hidrofobicidade e, conseqüentemente, baixa resistência a água, devido ao grande número de compostos polares presentes na matéria prima (GONZÁLEZ et al., 2011; CIANNAMEA et al., 2014). Dentre as diferentes formas da proteína de soja, sabe-se que a SPC é mais barata que a SPI e portanto mais viável economicamente para produção

de materiais em larga escala (CIANNAMEA et al., 2014).

A LBG, também conhecida como goma de alfarroba, é um polímero natural e heterogêneo obtido do endosperma das sementes da vagem da alfarrobeira (*Ceratonia siliqua* (L.)). De acordo com sua estrutura química, é um galactomanano com uma estrutura que consiste em unidades de β -(1 \rightarrow 4)-D-manose com pequeno lado ligado à α -D-galactose em C6 (CERQUEIRA et al., 2011). A goma alfarroba é, ainda, caracterizada como um polímero não iônico, não afetado pelo pH na faixa de 3 a 11, e por apresentar baixa solubilidade à temperatura ambiente, sendo necessário tratamento térmico para atingir a máxima solubilidade, que possibilita obter melhor capacidade de ligação à água. Quanto a sua aplicação, a LBG é amplamente utilizada como aditivo na indústria de alimentos e indústria farmacêutica, uma vez que possui alto potencial de formação de géis em baixas concentrações (DAKIA et al., 2008; BARAK e MUDGIL, 2014; TAHIR, et al., 2019). O emprego da goma LBG (Locust Bean Gum) na produção de filmes biodegradáveis também vem ganhando importância no meio científico, devido a sua alta biodegradabilidade, baixa toxicidade e capacidade de formar sinergia com outros compostos e melhorar as propriedades dos filmes (CERQUEIRA et al., 2011; SILVA et al., 2016; SILVA et al., 2020; LIU et al., 2020).

Pesquisas têm relatado que as propriedades dos filmes proteicos podem ser melhoradas com a complexação proteína-polissacarídeo. A formação desses complexos pode melhorar a resistência dos filmes (SILVA et al., 2016 e 2020), a barreira ao oxigênio e à luz (SILVA et al., 2016, AMADO et al., 2019) ou até propiciar a formação de filmes proteicos em pHs abaixo do ponto isoelétrico da proteína, condição essa favorável para a inserção de compostos bioativos que se encontram mais estáveis em baixo pH, como a antocianina (SILVA et al., 2018; AMADO et al., 2019).

Silva et al., (2020) produziram filmes compostos com 5% SPC + Goma alfarroba (LBG) em três concentrações diferentes (0%, 0,2% e 0,4%) e relataram que a adição de 0,2% piorou as propriedades mecânicas do filme proteico, mas a concentração de 0,4% aumentou significativamente a resistência à tensão e deformação dos filmes em comparação com o filme sem adição de goma. Os autores também relataram uma redução significativa da claridade e transparência dos filmes, o que contribui para uma maior barreira à luz, e conseqüentemente, uma maior proteção ao alimento embalado contra a oxidação de nutrientes. O trabalho não apresentou como o filme se comportaria com adição de goma LBG em concentrações abaixo de 0,2%. Menores concentrações do polissacarídeo no filme poderiam reduzir custos com matéria prima na fabricação da embalagem biodegradável. Silva et al., (2016) produziram filmes de proteína de soro de leite (5% WPI) + (0,025%; 0,05% e 0,1%) de LBG e observaram que a adição de 0,1% de LBG aumentou significativamente a resistência à deformação e a barreira à luz dos filmes proteicos.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi estudar a influência da adição de 0; 0,05%; 0,1% e 0,3% da goma LBG em filmes contendo 5% de SPC e avaliar a interação

entre os compostos e o impacto dessa interação na estrutura e nas características físico-químicas (umidade, solubilidade, opacidade permeabilidade ao vapor de água, cor e propriedade mecânica) dos filmes compostos.

2 | MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Materiais

Proteína concentrada de soja (SPC) com a composição aproximada de 7% de umidade, 70% de proteína, 1% de gordura, 2,8% de fibra e 5% de cinzas, foi gentilmente cedida pela Maxsoy® fibras & ingredientes (Hortolândia, São Paulo, Brasil). Glicerina foi usado como plastificante (Gly 99,5%; Synth). Goma alfarroba (LBG) foi gentilmente cedida pela Danisco (GRINDSTED® LBG 246, São Paulo, Brasil).

2.2 Metodologia

2.2.1 Preparo das soluções e elaboração dos filmes

A solução estoque de LBG (1% p/p) foi preparada conforme metodologia descrita por Silva et al. (2016).

A solução filmogênica foi preparada na intenção de obter uma concentração final de 5% (p/p) de SPC, 2% de glicerina e diferentes concentrações de solução estoque de LBG (0,05%; 0,1% e 0,3%). Os filmes de SPC usados como controle (0% de LBG), são do trabalho anterior publicado por SILVA et al. (2020). Primeiramente, o pH da solução filmogênica foi alterado para 11 e, em seguida, a solução foi levada para o aquecimento em banho maria a 65 °C durante 10 minutos para a solubilização da proteína. Após aquecimento, a solução foi agitada em agitador mecânico por 2 horas para completa homogeneização e, em seguida, destinada a tratamento térmico a 70°C por 20 minutos.

Os filmes foram preparados pelo método *casting*. As soluções foram despejadas em bandejas de polipropileno e colocadas em estufa com circulação e renovação de ar (MARCONI, São Paulo, Brasil) a 36 °C durante 16 horas. Os filmes secos foram identificados e acondicionados durante 7 dias em ambiente controlado, a 25 °C e 53% de umidade relativa.

2.2.2 Caracterização dos filmes

2.2.2.1 Estrutura dos filmes

Previamente a análise, os filmes SPC (5%) + LBG (0; 0,05; 0,1 e 0,3%) foram armazenados a temperatura ambiente em dessecadores contendo sílica por 5 dias. Em seguida, os filmes foram metalizados a vácuo com a diferença de potencial de 15kV e corrente de 50mA. Após a metalização, os filmes foram conduzidos até o microscópio

eletrônico de varredura (Quanta 250-FEI) funcionando em 5kV, ampliando a imagem 5000 vezes. A metalização e a Microscopia Eletrônica de Varredura foram realizadas na Central de Análises Avançadas de Materiais da Universidade Estadual de Maringá (COMCAP).

2.2.2.2 Avaliação da interação entre SPC e LBG através da análise de ATR-FTIR

Para as análises na região do infravermelho foi utilizado um espectrofotômetro de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) e reflectância total atenuada (ATR) da marca Agilent Technologies USA (Cary 630). Para cada amostra, os espectros foram coletados em triplicata, na faixa espectral de 4000 a 400 cm^{-1} , com resolução de 4 cm^{-1} e 32 varreduras. O tratamento dos dados foi realizado no software Origin 8.5.

2.2.2.3 Umidade (X_w)

O teor de umidade foi determinado em triplicata, onde pedaços do filme (2 cm x 2 cm) foram previamente pesados e levados para estufa (Logen, 117 modelo 1.3) a 105 °C durante 24 horas, e a umidade determinada pela diferença de massa dos filmes (AOAC, 1995).

2.2.2.4 Espessura

A espessura dos filmes foi medida através de um micrômetro digital (Western, MC-3, China). A análise foi realizada em triplicata, em pontos diferentes dos filmes analisados.

2.2.2.5 Solubilidade (S)

A solubilidade (S) é definida como o conteúdo de matéria seca solubilizada após 24 horas. Os filmes com dimensão 2 cm x 2 cm foram pesados (W_0) e imersos em 50mL de água destilada a 25 °C com agitação de 60 rpm. Após 24 horas, os filmes foram retirados e secos em estufa a 105 °C até peso constante (W_f). A solubilidade foi determinada de acordo com a Equação 1 (SILVA et al., 2016).

$$S = \frac{W_0 - W_f}{W_0} \times 100 \quad (1)$$

2.2.2.6 Propriedade ótica e cor

A propriedade de barreira à luz foi expressa como opacidade dos filmes e calculada como relação entre a medida de absorbância e a média da espessura dos filmes. A absorbância foi obtida em espectrofotômetro (FEMTO, 700 plus, São Paulo) no comprimento de onda de 600 nm, em triplicata. A cor dos filmes foi mensurada em cinco

replicatas usando um colorímetro (Konica Minolta, model CR-400) previamente calibrado em superfície branca. A resposta foi expressa na forma dos parâmetros L^* , a^* e b^* .

2.2.2.7 Permeabilidade ao vapor de água (PVA)

A permeabilidade ao vapor de água (PVA) dos filmes foi obtida gravimetricamente, em triplicata, com base no método ASTM E96-95 (ASTM E96-95, 1995). As células de permeação foram pesadas a cada 40 minutos por 7 horas. A PVA apresenta unidade $\text{g} \cdot (\text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})^{-1}$, e foi calculada usando análise de regressão da Equação 2, como descrito por McHugh; Avena-Bustillos; Krochta (1993):

$$PVA = \frac{WVPR \cdot x}{A \cdot \Delta P} \quad (2)$$

onde PVA é a taxa de permeabilidade ao vapor de água ($\text{g} \times \text{s}^{-1}$), x é a espessura do filme (m), A é a área de permeação (m^2) e ΔP é a diferença da pressão parcial do vapor de água entre os dois lados do filme a 20°C .

2.2.2.8 Propriedade mecânica

A análise foi realizada em 20 corpos de prova de cada tratamento, de acordo com o método padrão ASTM D882-12 (ASTM D882-12, 2012), usando o texturômetro (TA.XT Plus, Stable Micro Systems, Surrey, UK). A distância entre as amostras foi de 40mm e a velocidade foi fixada em $0,8 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$. A força máxima e o alongamento do corpo de prova na ruptura foram obtidos com a ajuda do software EXPONENT, versão 5.1.1.0.

2.2.2.8 Análise estatística

Os resultados foram expressos na forma de média \pm desvio padrão e analisados através da Análise de Variância (ANOVA) e do Teste de Tukey, considerando-se um nível de significância de $p < 0,05$, utilizando o programa STATISTICA (Realese 7).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estrutura dos filmes

As micrografias dos filmes de SPC com e sem interação da LBG podem ser observadas nas Figuras 1.a; 1.b; 1.c; e 1.d, respectivamente. Não foram observadas fraturas nos filmes.

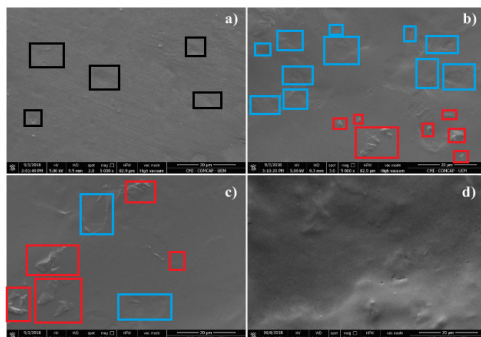


Figura 1: Microestrutura de superfície dos filmes de SPC com adição de LBG nas concentrações (a) 0%; (b) 0,05%; (c) 0,1%; (d) 0,3%.

Na figura 1.a, foi observada a morfologia da matriz filmogênica do filme controle, SPC sem goma (SILVA et al., 2020). A micrografia revelou a homogeneidade da superfície, estrutura regular, ordenada, lisa e contínua. Os quadros pretos apontam a formação de algumas microbolhas de ar que permaneceram mesmo após a desaeração no ultrassom empregado durante a metalização das amostras. A metalização é um procedimento físico empregado para que haja interação entre o feixe de elétrons e as superfícies das amostras que precisam estar condutoras. Na metalização, as amostras são depositadas no interior de uma câmara metalizadora a vácuo e o alvo metálico é bombardeado com átomos de gás argônio (GOLDSTEIN et al., 1992). No vácuo, algumas gotículas de ar existentes no filme podem ser aprisionadas ao interagir com ouro, formando microbolhas na matriz.

Com a adição da LBG (Figura 1.b, 1.c e 1.d), a estrutura dos filmes se torna irregular, não ordenada, heterogênea, com presença de vales (exibidos nos quadros azuis) e picos (apontados nos quadros vermelhos das imagens). Esses picos e vales ficam menos evidenciados conforme a concentração de goma aumenta.

Na literatura, estudos recentes realizados com formulações de filme à base da proteína de soja isolada (SPI) e pectina de alta metoxilação (PEC) sugerem que a interação com 0,5% e 1% de PEC tornou a matriz filmogênica mais tortuosa, enquanto que as micrografias dos filmes com as incorporações de 1,5% e 2% de pectina revelaram um filme mais homogêneo e regular (AMADO et al., 2019).

3.2 Análise da interação entre SPC e LBG através da Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)

Os espectros dos filmes SPC e SPC com a adição de concentrações de LBG (0,05; 0,1 e 0,3) são apresentados na Figura 2. Nesses espectros é possível notar a presença de uma banda amídica em 3268 cm^{-1} , referente ao estiramento N-H da ligação peptídica, e de uma banda em 2929 cm^{-1} , na região de estiramento C-H. Na banda referente a deformação

axial do grupo C-H (2929 cm^{-1}), podemos observar que com aumento da porcentagem de LBG (comparando 0% à 0,05% e 0,1%) na mistura, houve diminuição da banda de absorção, e conseqüentemente aumento da transmitância.

A adição de goma alfarroba (LBG) não deslocou as frequências de vibração das bandas das amidas I e II, que permaneceram constantes em 1628 e 1535 cm^{-1} , respectivamente. Todavia, o aumento da concentração de LBG aumentou a transmitância das bandas em 1628 cm^{-1} , referente a vibração de estiramento da carbonila, e em 1535 cm^{-1} , referente a combinação de uma banda de estiramento C-N com uma banda de dobramento N-H, sugerindo que houve interação entre proteína e polissacarídeo e, que essa interação promoveu mudanças na intensidade de absorção das amidas I e II da proteína. Exceto quando se observa o filme SPC e SPC+0,1%LBG que indica que não houve interação.

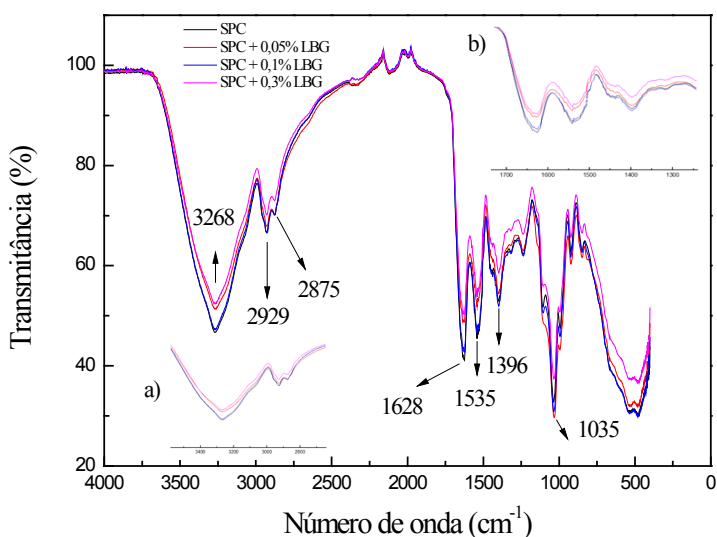


Figura 2 - Espectros FTIR dos filmes de proteína de soja concentrada (SPC) adicionados as porcentagens 0,01%, 0,1% e 0,3% de goma alfarroba (LBG). Em a) temos um aumento visual da faixa espectral de 3400 a 2800 cm^{-1} e b) temos um aumento visual da região espectral de 1700 a 1300 cm^{-1} .

3.3 Propriedade ótica

Os resultados de cor (L^* , a^* e b^*) e a opacidade dos filmes de SPC sem e com adição de LBG (0,05; 0,1 e 0,3%) estão apresentados na Tabela 1.

LBG (%)	L*	a*	b*	Op (%)
0 **	89,46 ± 0,54 _a	-4,64 ± 0,17 _a	23,49 ± 0,93 _a	2,84 ± 0,20 _a
0,05	86,06 ± 0,56 _b	-4,72 ± 0,15 _a	22,78 ± 0,23 _a	3,69 ± 0,16 _b
0,1	85,95 ± 0,67 _b	-4,28 ± 0,06 _b	24,73 ± 0,75 _a	3,42 ± 0,20 _{ab}
0,3	87,37 ± 0,29 _b	-2,73 ± 0,02 _b	27,94 ± 0,58 _b	5,42 ± 0,28 _c

Tabela 1: Valores de cor (L*, a* e b*) e opacidade (Op) dos filmes de proteína de soja concentrada (SPC) variando a concentração de goma alfarroba (LBG).

Médias com a mesma letra minúscula, na mesma coluna, não diferem significativamente ($p < 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

** SILVA et al. (2020).

Em relação ao parâmetro L*, notou-se que a adição de LBG proporcionou uma redução significativa ($p < 0,05$) na claridade dos filmes, entretanto, não houve diferença significativa entre as formulações com adição do polissacarídeo. Quanto ao parâmetro a* foi possível verificar que os filmes apresentaram valores negativos, o que indica que na coordenada verde/vermelho a coloração tende ao verde. O acréscimo de concentrações de LBG acima de 0,1% promoveu uma redução significativa ($p < 0,05$) dessa coloração sendo que filmes com adição de 0,3% LBG reduziram 70% no valor negativo do parâmetro a* em relação ao filme sem goma.

Pelo parâmetro b* observou-se que todos os filmes possuem coloração ligeiramente amarelada, apresentando valores positivos para esse parâmetro, entre 22,78 e 27,94, característicos de filmes a base de proteína de soja (GONZÁLEZ et al., 2019; SOLIMAN et al., 2007). Ainda em relação ao b*, foi possível verificar que apenas o acréscimo da maior concentração de LBG (0,3%) alterou significativamente ($p < 0,05$) o valor desse parâmetro, aumentando em 19% a média obtida para o b* quando comparado ao filme 0% LBG. Amado et al., (2019) avaliaram filmes de SPI+PEC no pH 3 e obtiveram valores de b* entre 27,61 e 30,44, e assim como no presente trabalho, obtiveram aumento do b* com acréscimo de polissacarídeo aos filmes de proteína de soja. A intensificação da coloração amarela também foi verificada com adição de celulose microfibrilada (ORTIZ et al., 2018) e ágar (GARRIDO et al., 2016) em filmes de SPI, e com adição de goma mesquita a filmes de WPI (OSÉS et al., 2009).

Analisando os valores de opacidade notou-se que a adição da LBG aumentou a opacidade dos filmes de SPC, atingindo um aumento de 91% com 0,3% de LBG, e apenas a concentração de 0,1% LBG não apresentou diferença estatística ($p < 0,05$) em relação ao filme sem adição da goma. Quanto as diferentes concentrações de LBG, observou-

se um aumento significativo ($p < 0,05$) com 0,3% LBG, aumento este de 47% em relação ao filme 0,05% LBG e de 58% com 0,1% LBG. O aumento da opacidade com adição de LBG pode estar relacionado com a incompatibilidade entre polissacarídeos e proteínas, que pode reduzir a transparência de filmes compostos (YOO; KROCHTA, 2011). As imagens de microscopia da superfície (Figura 1) contribuem para tal resultado, uma vez que observou-se estruturas irregulares e heterogêneas ao se adicionar o LBG aos filmes de SPC. González et al. (2019) obtiveram valores de opacidade superiores com adição de polissacarídeo (galactomanana) a filmes de proteína (SPI) e, assim como no presente trabalho, sugeriram que foi devido a uma incompatibilidade entre os componentes. No entanto, essa característica pode ser usada de forma positiva visando proteger alimentos contra reações de oxidação, uma vez que o aumento da opacidade pode indicar maior barreira à luz e, portanto, maior proteção aos nutrientes dos alimentos recobertos por essas películas. Comparando os resultados de Silva et al. (2020), que observou que 0,2% de LBG aumentava a opacidade dos filmes de SPC para 5,4%, com os resultados apresentados nesse trabalho pode-se verificar que uma pequena adição de goma (0,05%) já é capaz de conferir uma maior barreira à luz no filme proteico e que adições de goma acima de 0,2% não influenciam nessa barreira.

3.4 Solubilidade, umidade e permeabilidade ao vapor de água

A Tabela 2 apresenta os dados do teor de água, solubilidade, permeabilidade ao vapor de água e espessura dos filmes compostos a base de SPC e diferentes concentrações de LBG.

LBG (%)	S (%)	Xw (%)	PVA $\times 10^{-10}$ ($\text{g}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Pa}^{-1}$)	Esp (mm)
0 **	60,60 \pm 1,21 _a	30,85 \pm 0,89 _{a,b}	7,81 \pm 0,44 _a	0,17 \pm 0,01 _a
0,05	58,73 \pm 1,34 _a	31,41 \pm 0,45 _b	7,48 \pm 0,26 _a	0,17 \pm 0,01 _a
0,1	58,43 \pm 2,01 _a	30,23 \pm 0,26 _{a,b}	8,08 \pm 0,45 _{a,b}	0,17 \pm 0,01 _a
0,3	59,90 \pm 0,44 _a	29,36 \pm 0,92 _a	9,14 \pm 0,83 _b	0,18 \pm 0,01 _a

Tabela 2: Solubilidade (S), umidade (Xw), permeabilidade ao vapor de água (PVA), espessura (Esp) de filmes de proteína concentrada de soja (SPC) variando a concentração de goma alfarroba (LBG).

Médias com a mesma letra minúscula, na mesma coluna, não diferem significativamente ($p < 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

** SILVA et al. (2020).

De acordo com os resultados expostos na Tabela 2, a adição de LBG não alterou significativamente a solubilidade dos filmes. A medida em que a goma é adicionada às formulações, a estrutura do filme é reorganizada. A rede do filme é formada através das interações proteína-proteína, e o polissacarídeo adicionado exercerá o papel de preenchimento dos espaços vazios provenientes da rede proteica formada. Além de ser altamente higroscópica, conforme a concentração de LBG aumenta, amplia também os espaços internos aos quais ela ocupa (SILVA et al., 2016) e devido a esse papel de preenchimento, ao ser solubilizada, deixa mais sítios disponíveis para as moléculas de água se ligarem às proteínas, implicando em uma maior solubilização do filme. Silva et al. (2016) também observaram esse comportamento para filmes à base de WPI (proteína isolada de soro de leite) e diferentes concentrações de LBG, no qual a goma preencheu os espaços vazios, reforçando a estrutura do filme, sem afetar a rede contínua de proteínas.

A umidade dos filmes, com e sem adição de LBG, foi em média $30,46 \pm 0,88\%$. Ainda que os polissacarídeos possuam caráter higroscópico, exceto para a formulação 0,05% LBG, a umidade dos filmes apresentou uma leve tendência a diminuir com o acréscimo do polissacarídeo, sendo o menor teor de água identificado para os filmes contendo 0,3% de goma. Como mencionado anteriormente, a LBG cumpre um papel de preenchimento na rede proteica, portanto, supõe-se que estaria entremeada na rede polimérica de proteína, inviabilizando sítios para a ligação com a água. No entanto, embora seja identificada uma leve redução na umidade, em relação ao filme controle (0% LBG), o acréscimo do polissacarídeo mostrou não influenciar de maneira significativa no teor de água.

A faixa de permeabilidade ao vapor de água (PVA) usualmente encontrada para filmes comestíveis e/ou biodegradáveis à base de proteínas e polissacarídeos apresentam valores na ordem de 10^{-9} a 10^{-11} (FAKHOURI et al., 2015; SILVA et al., 2016; SILVA et al., 2018; AMADO et al., 2019). Os valores determinados para a PVA (Tabela 2) dos filmes à base de SPC e diferentes concentrações de LBG, se estabeleceram entre 7,41 e $9,14 \times 10^{-10} \text{ g}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Pa}^{-1}$. Os resultados indicam que a adição do polissacarídeo pode influenciar significativamente a difusão da água através da matriz do filme. A partir da concentração de 0,1% de LBG, a PVA aumentou em até 17% em comparação ao filme contendo apenas proteína. Filmes proteicos possuem, por si só, características hidrofílicas (KROCHTA, 2002) e os resultados apresentados no presente estudo sugerem que o acréscimo de LBG aumentou ainda mais a afinidade da película formada com a água, resultando em maiores permeabilidades. Ressalta-se também que, como pode ser observado na Figura 1 a adição do polissacarídeo conferiu certa heterogeneidade a superfície dos filmes. A formação de estruturas menos compactas e lisas pela presença da LBG pode ter contribuído para o aumento da PVA. Comparando os resultados de PVA apresentado na Tabela 1 com os resultados publicados por Silva et al. (2020), nota-se que a adição de até 0,2% de LBG não altera a PVA dos filmes de SPC e a partir da concentração de 0,3% é possível observar redução significativa na barreira ao vapor de água dos filmes proteicos.

3.5 Propriedade mecânica

A resistência à tensão (MPa) e à deformação (%) dos filmes SPC com diferentes concentrações de LBG estão apresentados na Figura 3.

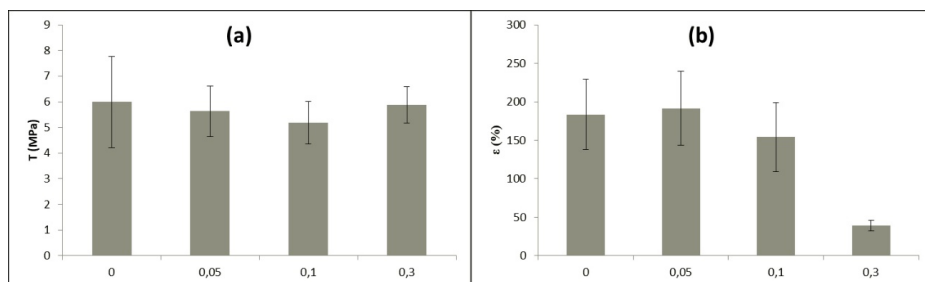


Figura 3: valores de resistência a tensão (a) e deformação (b).

A adição de goma não modificou significativamente a resistência à tração dos filmes de SPC. Silva et al. (2020) estudaram a influência da adição de 0,2 e 0,4% de LBG sobre filmes contendo 5% proteína concentrada de soja (70%). Os autores relataram que a tensão dos filmes só foi influenciada quando 0,4% de LBG foi adicionado, sendo possível observar aumento de 20% na propriedade. Silva et al. (2016), também observaram que a resistência à tensão de filmes contendo 5% de proteína isolada de soro de leite também não foi influenciada pela adição de 0,1% de LBG. Todos os trabalhos notaram rugosidade na matriz dos filmes com adição de LBG quando fizeram a análise de microscopia eletrônica, todavia somente o trabalho de Silva et al. (2020) conseguiu relatar aumento significativo na resistência de filmes proteicos com adição desse polissacarídeo. Como a goma alfarroba não possui cargas, o que pode ser esperado é que pontes hidrofóbicas devam estar sendo realizadas entre a proteína e o polissacarídeo. Essa hipótese é corroborada pelos resultados de FTIR apresentados na Figura 2 e no trabalho de Silva et al (2020). O que se pode observar é que essas interações químicas só influenciam significativamente na resistência à tensão de filmes de SPC (70%) quando a máxima concentração da goma é adicionada na formulação, no caso, 0,4%.

A elasticidade dos filmes somente foi alterada quando 0,3% de LBG foi adicionada. Com a adição dessa concentração de goma os filmes ficaram 80% menos elásticos que os filmes de SPC. Resultado semelhante foi observado por Silva et al (2020) ao adicionar 0,2% do polissacarídeo nos filmes protéicos. Comparando os resultados apresentados na Figura 3 com os resultados apresentados por Silva et al. (2020) é possível constatar que adição de 0,1% de LBG não influencia as propriedades dos filmes SPC (70%), concentrações de 0,2 e 0,3% pioram a resistência dos filmes e apenas concentrações de 0,4% da goma são favoráveis para a produção de filmes resistentes tanto à tensão quanto à deformação.

A forma como ocorre a interação entre os compostos para a fabricação do filme pode favorecer ou não as propriedades mecânicas do mesmo. Filmes de proteína isolada de soro de leite (WPI), por exemplo, apresentam comportamento diferente quando 0,1% de LBG foi adicionado. Silva et al. (2016) observaram que a elasticidade dos filmes contendo 5% de WPI foram 2,3 vezes maior quando essa concentração de goma foi adicionada. Na Figura 3 nota-se que a adição de 0,1% de LBG não influencia a resistência à deformação dos filmes contendo 5% de SPC (70%).

4 | CONCLUSÃO

A incorporação da LBG nos filmes contendo 5% de SPC conferiu uma estrutura irregular e heterogênea aos mesmos, não alterando significativamente a solubilidade do filme independente da concentração de LBG adicionada, todavia foi observado uma tendência de diminuição da umidade quando comparado os filmes com 0% e 0,3% de LBG. A adição de 0,3% de LBG nos filmes de SPC influenciaram significativamente no aumento da permeabilidade a vapor de água e na redução da elasticidade dos filmes indicando a interação da SPC e LBG, tal feito também demonstrado na microscopia e espectro de infravermelho. A LBG conferiu aos filmes de SPC maior opacidade e menor luminosidade, o que torna o filme de SPC + LBG um potencial na aplicação de embalagem com barreira contra luz, evitando processos foto-oxidativos de alimentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo suporte financeiro (Proc. 405406/2016-9), à Fundação Araucária pelo suporte financeiro (Proc. 10884) e ao COMCAP/FINEP pelo uso do equipamento FEG-MEV.

REFERÊNCIAS

A.O.A.C. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. In: Horwitz W, editor. Method 926.12 (chapter 33, pp. 5). Arlington: A.O.A.C., 1995.

AMADO. L. R.; SILVA. K. S.; MAURO, M. A. Effects of interactions between soy protein isolate and pectin on properties of soy protein-based films. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 137, p. 48732 (1-9), 2019.

ASTM E96-95 **Standard test methods for water vapor transmission of materials**. In: Annual Book of ASTM standards. American Society for Testing and Materials, Washington, D.C., 1995.

ASTM INTERNATIONAL. ASTM D882-12, **Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting**, West Conshohocken, PA, 2012.

BARAK, S; MUDGIL, D. Locust bean gum: Processing, properties and food applications – A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 66, p. 74-80, 2014.

CERQUEIRA, M. A.; BOURBON, A. I.; PINHEIRO, A. C.; MARTINS, J. T.; SOUZA, B. W. S.; TEIXEIRA, J. A.; VICENTE, A. A. Galactomannans use in the development of edible films/coatings for food applications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 12, p. 662-671, 2011.

CIANNAMEA, E. M; STEFANI, P. M; RUSECKAITE, R. A. Physical and mechanical properties of compression molded and solution casting soybean protein concentrate based films. **Food Hydrocolloids**, v. 38, p. 193-204, 2014.

CHO, S. Y.; Park, J-W.; Batt, H. P.; Thomas, R. L. Edible films made from membrane processed soy protein concentrates. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, n.3, p. 418-423, 2007.

DAKIA, P. A., BLECKER, C., ROBERT, C., WATHELET, B.; PAQUOT, M. Composition and physicochemical properties of locust bean gum extracted from whole seeds by acid or water dehulling pre-treatment. **Food Hydrocolloids**, v. 22, p. 807-818, 2008.

FAKHOURI, F. M.; MARTELLI, S. M.; CAON, T.; VELASCO, J. I.; MEI, L. H. I. Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 109, p. 57-64, 2015.

FECHINE, G. J. M. **Polímeros biodegradáveis: tipos, mecanismos, normas e mercado mundial [online]**. São Paulo: Editora Mackenzie, 118 p., AcadeMack collection vol. 23, 2013.

GARRIDO, T.; ETXABIDE, A.; GUERRERO, P.; DE LA CABA, K. Characterization of agar/soy protein biocomposite films: Effect of agar on the extruded pellets and compression moulded films. **Carbohydrate Polymers**, v. 151, p. 408-416, 2016.

GOLDSTEIN, J.I.; ROMIG JR, A. D.; NEWBURY, D.E.; LYIVIAN, C.E.; ECHILIN, P.; FIORI, C.; JOY, D.C.; LIFSHIN, E. **Scanning electron microscopy and x-ray microanalysis: a text for biologists, materials scientists and geologists**. New York, Plenum Press, 1992.

GONZÁLEZ, A.; STRUMIA, M. C; IGARRZABAL, C. I. A. Cross-linked soy protein as material for biodegradable films: synthesis, characterization and biodegradation. **Journal of Food Engineering**, v. 106, 4, p. 331-338, 2011.

GONZÁLEZ, A.; BARRERA, G. N.; GALIMBERTI, P. I.; RIBOTTA, P. D.; IGARRZABAL, C. I. A. Development of edible films prepared by soy protein and the galactomannan fraction extracted from *Gleditsia triacanthos* (Fabaceae) seed. **Food Hydrocolloids**, v. 97, p. 105227, 2019.

JANJARASSKUL, T; KROCHTA, J. M.. Edible Packaging Materials. **Annual Review Of Food Science And Technology**, v. 1, n. 1, p. 415-448, 2010.

KROCHTA, J.M. Protein as raw materials for films and coatings: Definitions, current status, and opportunities. In: GENNADIOS, A. (Ed). **Protein based Films and Coatings**. Boca Raton: CRC Press, 2002. p. 1-32.

LIU, F; CHANG, W; CHEN, M; XU, F; MA, J; ZHONG, F. Film-forming properties of guar gum, tara gum and locust bean gum. **Food hydrocolloids**, v. 98, p 105-107, 2020.

MCHUGH, T. H., AVENA-BUSTILLOS, R. J. & KROCHTA, J. M. Hydrophilic edible film: modified procedure for water vapor permeability and explanation of thickness effects. **Journal of Food Science**, v. 58, p. 899- 903, 1993.

ORTIZ, C. M.; SALGADO, P. R.; DUFRESNE, A.; MAURI, A. N. Microfibrillated cellulose addition improved the physicochemical and bioactive properties of biodegradable films based on soy protein and clove essential oil. **Food Hydrocolloids**, v. 79, p. 416-427, 2018.

OSÉS, J.; FABREGAT-VÁZQUEZ, M.; PEDROZA-ISLAS, R.; TOMÁS, S. A.; CRUZ-OREA, A.; MATÉ, J. I. Development and characterization of composite edible film based on whey protein isolate and mesquite gum. **Journal of Food Engineering**, v. 92, p. 56-62, 2009.

SILVA, K. S.; FONSECA, T. M. R.; AMADO, L. R.; MAURO, M. A. Physicochemical and microstructural properties of whey protein isolate-based films with addition of pectin. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 16, p. 122-128, 2018.

SILVA, K. S.; MEDEIROS, K. A. S.; AMADO, L. R.; OLIVEIRA, M. M. G.; PICCOLLOTO, A. M.; SAKAI, O. A. Interação entre goma alfarroba e proteína concentrada de soja na fabricação de filmes compostos biodegradáveis. In: **Prática e pesquisa em ciência e tecnologia de alimentos 2**, editora atena, Paraná, p. 99-110, 2020.

SILVA, K. S.; MAURO, M. A.; GONÇALVES, M. P.; ROCHA, C. M. R. Synergistic interactions of locust bean gum with whey proteins: Effect on physicochemical and microstructural properties of whey protein-based films. **Food Hydrocolloids**, v. 54, p. 179-188, 2016.

SOLIMAN, E. A.; TAWFIK, M. S.; EL-SAYED, H.; MOHARRAM, Y. G. Preparation and Characterization of Soy Protein Based Edible/Biodegradable Films. **American Journal of Food Technology**, v. 2, n. 6, p. 462-476, 2007.

SONG, F.; TANG, D. L.; WANG, X. L.; WANG, Y. Z. Biodegradable soy protein isolatebased materials: a review. **Biomacromolecules**, v. 12, n. 10, p. 3369-3380, 2011.

TAHIR, H. E.; XIAOBO, Z.; MAHUNU, G. K.; ARSLAN, M.; ABDALHAI, M.; ZHIHUA, L. Recent developments in gum edible coating applications for fruits and vegetables preservation: A review. **Carbohydrate Polymers**, v. 224, p. 115-141, 2019.

YOO, S. R.; KROCHTA, J. M. Whey protein–polysaccharide blended edible film formation and barrier, tensile, thermal and transparency properties. **Journal Science Food Agriculture**, v. 91, p. 2628-2636, 2011.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aceitação 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 33, 41, 104, 147, 184, 185, 191, 193

Alimentos emulsionados 102, 104

Análises bromatológicas 58

Análises Físico-Químicas 47, 70, 106, 150, 184, 186, 189

Avaliação sensorial 58, 68, 107, 131, 191

B

Bebidas alcoólicas 58, 66

Bunchosia glandulífera 100, 101

C

Caracterização 11, 12, 4, 30, 31, 38, 41, 43, 46, 47, 49, 55, 56, 57, 58, 68, 69, 70, 74, 75, 85, 93, 94, 97, 99, 100, 131, 132, 133, 144, 147, 160

Cardápio 16, 18, 19, 22, 23

Casca de limão 38

Composição nutricional 24, 103

Condimento 102, 103

D

Desnaturação parcial proteica 83, 87

E

Escolares 16, 18, 20, 21, 23

Estabilidade comercial 26

Estrutura morfológica 82, 83, 84, 87

F

Farinha 10, 12, 13, 2, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 70, 94, 100, 133, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 149, 154, 155, 159, 160, 183, 184, 185, 186, 189, 191

Filme-biodegradável 1

Físico-Química 9, 11, 12, 46, 47, 55, 56, 58, 68, 69, 70, 94, 97, 99, 100, 102, 105, 106, 112, 129, 131, 132, 147, 184

Fruta 38, 39, 41, 47, 48, 51, 60, 64, 67, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

Fruta tropical 47

I

IVTF 72, 73, 74

K

Kefir 11, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 55, 56, 57

L

Leite 11, 3, 11, 12, 13, 47, 48, 49, 50, 53, 57, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 92, 103, 104, 105, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 139, 154, 157, 173, 179, 185

M

Maturação 10, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 51, 54, 61, 64, 68, 95, 96

P

Peixe amazônico 26

Proteína 10, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 27, 49, 78, 105, 112, 114, 115, 116, 117, 119, 121, 122, 123, 124, 133, 134, 139, 140, 145, 151, 154, 162, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 193

Proteína de soja 10, 1, 2, 7, 8, 9

R

Resíduos de peixe 29, 30, 32, 82

S

Solução filmogênica 4, 82, 83, 84, 87

SPC 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 136

Subproduto 2, 26, 28, 162

T

Tilosina 72, 73, 74, 76, 77, 78, 79

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

PRÁTICA E PESQUISA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 4

 Atena
Editora

Ano 2020



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



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



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

PRÁTICA E PESQUISA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 4

 **Atena**
Editora

Ano 2020