

**FLÁVIO FERREIRA SILVA
(ORGANIZADOR)**



PRÁTICA E PESQUISA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 2

Atena
Editora
Ano 2020

**FLÁVIO FERREIRA SILVA
(ORGANIZADOR)**



PRÁTICA E PESQUISA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 2

Atena
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

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

Ciências Biológicas e da Saúde

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

Conselho Técnico Científico

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

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

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

P912 Prática e pesquisa em ciência e tecnologia de alimentos 2 [recurso eletrônico] / Organizador Flávio Ferreira Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-86002-27-0

DOI 10.22533/at.ed.270200603

1. Alimentos – Análise. 2. Alimentos – Indústria. 3. Tecnologia de alimentos. I. Silva, Flávio Ferreira.

CDD 664.07

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

A obra intitulada “Prática e Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Alimentos 2” foi elaborada a partir das publicações da Atena Editora e apresenta uma visão ampla sobre as novidades da área. Esta obra é composta por 15 capítulos bem estruturados e agrupados por assuntos.

Muitos são os problemas a serem solucionados relacionados ao consumo alimentar humano, por isso a prática e a pesquisa de alimentos devem estar bem alinhadas. O desenvolvimento de novos produtos é essencial para melhorar a qualidade de consumo e disponibilizar uma oferta alimentar de qualidade superior para todos os públicos, uma vez que, novos estilos alimentares como o veganismo e outros, vem sendo adotados em uma escala crescente. Não obstante, a otimização dos processos de fabricação e de controle de qualidade alimentar são indispensáveis quando o assunto é a saúde.

Neste sentido, os estudos que são apresentados aqui, alinham-se a estes temas e trazem novas análises que condizem com as necessidades emergentes da prática e pesquisa em ciência e tecnologia de alimentos.

A Atena editora, reconhecendo importância dos trabalhos científicos, oferece uma plataforma consolidada e confiável para a divulgação, propiciando aos autores um meio para exporem e divulgarem seus resultados, enriquecendo o conhecimento acadêmico e popular.

Por fim, esperamos que a leitura deste trabalho seja agradável e que as novas pesquisas possam propiciar a base intelectual ideal para que se desenvolva novas soluções, cuidados e desenvolvimento científico acerca destes temas.

Flávio Brah (Flávio Ferreira Silva)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
BEBIDA KOMBUCHA DE MEL DE CACAU	
Aurora Britto de Andrade	
Camila Cristina Avelar de Sousa	
Denise Agostina Grimaut	
Emily Araújo Porto	
Geisiane dos Santos Silva	
Jamila Sueira de Jesus Silva	
Joelaine de Jesus Santana	
Lívia Calmon Bastos	
Raquel Nunes Almeida da Silva	
Talita Andrade da Anunciação	
Karina Teixeira Magalhães-Guedes	
DOI 10.22533/at.ed.2702006031	
CAPÍTULO 2	14
DESENVOLVIMENTO DE SANDUÍCHES VEGANOS CONGELADOS	
Fernanda Antonia de Souza Oliveira	
Aurora Britto de Andrade	
Hevelynn Franco Martins	
Abraão Brito Peixoto	
Geany Peruch Camilloto	
Márcio Inomata Campos	
DOI 10.22533/at.ed.2702006032	
CAPÍTULO 3	29
ELABORAÇÃO DE BARRA ALIMENTÍCIA PROTEICA DE ORIGEM VEGETAL	
Paula Berwanger da Rosa	
Cláudia Krindges Dias	
Cristiano Dietrich Ferreira	
Rochele Cassanta Rossi	
Valmor Ziegler	
DOI 10.22533/at.ed.2702006033	
CAPÍTULO 4	40
ELABORAÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE DOCE LEITE DE CABRA <i>LIGHT</i>	
Darkianne Leite da Silva	
Maria Aurilene Feitosa de Moura Gonçalves	
Paulo Víctor de Lima Sousa	
Natália Quaresma Costa Melo	
Nara Vanessa dos Anjos Barros	
DOI 10.22533/at.ed.2702006034	
CAPÍTULO 5	50
ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DE VISCOSIDADE EM FARINHAS MISTAS EXTRUDADAS DE CEREAIS	
Angleson Figueira Marinho	
Celyane Batista Brandão	
Érica Bandeira Maués de azedo	
Juliana Souza da Silva	
Cássio Furtado Lima	

Fernanda de Oliveira Araújo
Valéria França de Souza
Maria Rosa Figueiredo Nascimento
Nandara Gabriela Mendonça Oliveira
Fernando de Freitas Maués de Azevedo
Suzane Zinger
José Luís Ramirez Ascheri

DOI 10.22533/at.ed.2702006035

CAPÍTULO 6 57

PETIT SUISSE DE KEFIR SABOR MEL E NIBS DE CACAU

Aurélio Santos Agazzi
Biane Oliveira Philadelpho
Clariane Teixeira Pessoa
Deise Azevedo Silva
Lusiene Lima Rocha
Mariana Fernandes Almeida
Thaís de Souza Santos
Talita Andrade da Anunciação
Karina Teixeira Magalhães-Guedes

DOI 10.22533/at.ed.2702006036

CAPÍTULO 7 70

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE FRUTAS E VEGETAIS EM DIVERSOS CAMPOS (ALIMENTAR, FARMACEUTICA, AMBIENTAL) – REVISÃO

Luciana Alves da Silva Tavone
Suelen Siqueira dos Santos
Eloize da Silva Alves
Matheus Campos de Castro
Ana Paula Stafussa
Monica Regina da Silva Scapim
Grasiele Scaramal Madrona

DOI 10.22533/at.ed.2702006037

CAPÍTULO 8 78

EFEITO DA ESTRATÉGIA DE DESMAME SOBRE A RESPOSTA HEMATOLÓGICA, ANTI-HELMÍNTICA E O DESENVOLVIMENTO DE BEZERRAS DA RAÇA NELORE (*BOS INDICUS*)

Daniela Póvoas Rios
Lauro de Queiroz Saraiva
Anna Karoline Amaral Sousa
Herlane de Olinda Vieira Barros
Maria de Lourdes Guimarães Borges
Francilene Miranda Almeida
Fernanda Augusta Marinho de Albuquerque
Ilderlane da Silva Lopes
Daniel Praseres Chaves
Giselle Mesquita de França Galvão
Alicina Vieira de Carvalho Neta
José Ribamar de Souza Torres Junior

DOI 10.22533/at.ed.2702006038

CAPÍTULO 9 89

ESTUDO DA ESPÉCIE MACROPTILLIUM LATHYROIDES COMO UMA ESPÉCIE COM PROPRIEDADE BIOTIVA, UMA FLOR COMESTÍVEL

Mayara Marques Lima
Jessica Neves da Silva de Almeida
Wallinson Pires da Cruz
Ricardo Pereira Moraes
Márcia Denise da Rocha Collinge
Rosemary Maria Pimentel Coutinho

DOI 10.22533/at.ed.2702006039

CAPÍTULO 10 99

INTERAÇÃO ENTRE GOMA ALFARROBA E PROTEÍNA CONCENTRADA DE SOJA NA FABRICAÇÃO DE FILMES COMPOSTOS BIODEGRADÁVEIS

Keila de Souza Silva
Kayque Antonio Santos Medeiros
Laís Ravazzi Amado
Maria Mariana Garcia de Oliveira
Angela Maria Picolloto
Otávio Akira Sakai

DOI 10.22533/at.ed.27020060310

CAPÍTULO 11 111

MÉTODO PARA DETECÇÃO DE RESÍDUOS DE MEDICAMENTOS EM LEITE

Leandro da Conceição Luiz
Maria José Valenzuela Bell
Virgílio de Carvalho dos Anjos

DOI 10.22533/at.ed.27020060311

CAPÍTULO 12 123

MICROENCAPSULAÇÃO POR *SPRAY DRYING* DE COMPOSTOS ALIMENTÍCIOS: UMA ABORDAGEM CONCEITUAL

Clara Mariana Gonçalves Lima
Ana Carolina Salgado de Oliveira
Siluana Katia Tischer Seraglio
Renata Torres dos Santos e Santos
Tatyana Patrício de Albuquerque Sousa
Maria Mayara de Souza Grilo
Lenara Oliveira Pinheiro
Renata Ferreira Santana
Fábio Zacouteguy Ugalde
Josiane Ferreira da Silva
Roberta Magalhães Dias Cardozo
Felipe Cimino Duarte

DOI 10.22533/at.ed.27020060312

CAPÍTULO 13 131

USE OF ENERGY DISPERSIVE SPECTROSCOPY AND PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS FOR DETECT PENICILLIN IN POWDERED MILK

Leandro da Conceição Luiz
Maria José Valenzuela Bell
Rafaela Tavares Batista
Renato Pereira de Freitas
Roney Alves da Rocha

CAPÍTULO 14 142

EFEITO DA PRESENÇA DE PELE NA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA CENTESIMAL DO JUNDIÁ (*RHAMNIA QUELEN*) SUBMETIDO AO PROCESSO DE DEFUMAÇÃO À QUENTE

Patricia da Silva Dias
Eloísa Magalhães Pereira
Neide Regina Lemes da Silva
Hanna Karolyna dos Santos
Pablo Américo Barbieri
Sabrina Deosti
Rosane Lopes Ferreira
Nilmara Rodrigues Machado
Alex da Silva Loiola
Nathã Costa de Sousa
Marcos Vinícius de Castro Freire
Magali Barnardes Maganhini

DOI 10.22533/at.ed.27020060314

CAPÍTULO 15 150

CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DOS COMPOSTOS FENÓLICOS PRESENTES EM CERUME, PRÓPOLIS E PÓLEN DE ABELHAS SEM FERRÃO PRODUZIDOS EM NOVA TIMBOTEUA, NO ESTADO DO PARÁ

Iuri Ferreira da Costa
Maricely Janette Uría Toro

DOI 10.22533/at.ed.27020060315

SOBRE O ORGANIZADOR..... 155

ÍNDICE REMISSIVO 156

INTERAÇÃO ENTRE GOMA ALFARROBA E PROTEÍNA CONCENTRADA DE SOJA NA FABRICAÇÃO DE FILMES COMPOSTOS BIODEGRADÁVEIS

Data de aceite: 27/02/2020

Keila de Souza Silva

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

Kayque Antonio Santos Medeiros

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

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>

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estudar a interação entre proteína de soja concentrada (SPC) e 0,2 e 0,4% de goma alfarroba (LBG) através da análise de FTIR, bem como verificar como essa interação influencia na microestrutura, solubilidade, umidade, permeabilidade ao vapor de água, propriedade mecânica, cor e opacidade de filmes biodegradáveis. Para tanto, filmes compostos foram elaborados variando a concentração de LBG (0; 0,2 e 0,4%) e fixando a concentração de SPC na solução. Glicerol foi usado em todas as formulações como plastificante. Interação intermolecular, microestrutura, solubilidade, umidade, permeabilidade ao vapor de água, propriedade ótica e mecânica dos filmes simples (SPC) e compostos (SPC+LBG) foram avaliados. Os resultados de FTIR demonstraram que houve interação intermolecular entre a goma e a proteína concentrada de soja e que essa interação aumentou significativamente com a concentração da LBG. A microestrutura dos filmes se tornou mais rugosa com o aumento da concentração da goma. A adição do polissacarídeo não alterou significativamente a solubilidade dos filmes protéicos, mas reduziu a umidade e aumentou a permeabilidade ao vapor de água e a opacidade dos mesmos. A adição de 0,2% da goma não influenciou na resistência à tração dos filmes de SPC, mas reduziu em 80% sua elasticidade. A adição de

0,4% de LBG, entretanto, aumentou em 20% a resistência à tração em relação ao filme simples. A elasticidade dos filmes com 0,4% de goma não foi maior que a observada no filme sem goma, entretanto, foi significativamente maior que a observada no filme SPC+0,2% LBG.

PALAVRAS-CHAVE: Proteína de soja, goma alfarroba, filmes biodegradáveis, interação entre biopolímeros

INTERACTION BETWEEN CAROB GUM AND SOY PROTEIN CONCENTRATE IN THE MANUFACTURING OF BIODEGRADABLE COMPOSITE FILMS

ABSTRACT: This work aims to study the interaction between soy protein concentrate (SPC) and carob gum 0.2 and 0.4% (LBG) through FTIR analysis, as well as to verify how this interaction influences the microstructure, solubility, moisture, water vapor permeability, mechanical property, color and opacity of biodegradable films. For this purpose, composite films were made by varying the LBG concentration (0, 0.2 and 0.4%) and fixing the SPC concentration in the solution. Glycerol has been used in all formulations as a plasticizer. Intermolecular interaction, microstructure, solubility, moisture, water vapor permeability, optical and mechanical properties of simple (SPC) and composite (SPC + LBG) films were evaluated. The FTIR results showed that there was intermolecular interaction between gum and soy protein concentrate and that interaction significantly increased with LBG concentration. The microstructure of the films became more cohesive as the gum concentration increased. The addition of polysaccharide did not significantly change the solubility of protein films, but reduced moisture and increased water vapor permeability and opacity. The addition of 0.2% of gum did not influence the tensile strength of SPC films, but reduced its elasticity by 80%. The addition of 0.4% LBG, however, increased tensile strength by 20% compared to simple film. The elasticity of the films with 0.4% gum was not higher than that observed in the film without gum, however, it was significantly higher than that one observed in SPC+0.2% LBG film.

KEYWORDS: Soy protein, carob gum, biodegradable films, biopolymer interactions.

1 | INTRODUÇÃO

O processamento de obtenção de óleo de soja gera uma grande quantidade de resíduos ricos em proteínas, que são destinados à obtenção de proteína de soja. A proteína de soja pode estar disponível comercialmente como farinha de soja (SF, 54% de proteína), concentrado de proteína de soja (SPC, 65-72% de proteína) e isolado de proteína de soja (SPI, $\geq 90\%$ de proteína) (Song et al., 2011). Os filmes à base de proteína de soja apresentaram boas propriedades mecânicas e barreira ao oxigênio (Cho et al., 2007).

Muitos pesquisadores demonstraram que a alteração das propriedades físicas

e químicas dos filmes observados com as misturas de polissacarídeos melhora o desempenho e a resistência dos filmes de biopolímeros (Yoo; Krochta, 2011; Silva et al., 2016). A reticulação entre proteína e polissacarídeo geralmente melhora as propriedades mecânicas e de barreira dos filmes devido à redução da mobilidade da estrutura polimérica (Balaguer et al., 2011). Os filmes compostos SPI / goma de guar, por exemplo, eram mais resistentes e menos permeáveis ao oxigênio do que os filmes SPI sem goma (Sui et al., 2016). No entanto, nem sempre as interações proteína-polissacarídeo aumentam a resistência dos filmes. GARRIDO et al. (2016), por exemplo, observaram que a interação entre SPI e ágar resultou em filmes compostos com menores valores de resistência à tração do que os filmes à base de SPI sem polissacarídeo. A compatibilidade entre os compostos depende da estrutura química, da conformação das macromoléculas e do tipo de interação entre elas (Lee et al., 2016). A interação entre polissacarídeo e proteína pode ocorrer através de reticulação química (ligação covalente) ou reticulação física (ligação não covalente como ligações de hidrogênio ou interações hidrofóbicas) entre as cadeias poliméricas (HENNINK; VAN NOSTRUM, 2012). Dependendo de como a reticulação ocorre, a mobilidade da estrutura do polímero pode reduzir e, dessa forma, as propriedades mecânicas e de barreira do filme podem ser melhoradas (BALAGUER et al., 2011)

A goma de alfarroba é um polissacarídeo linear constituído por uma estrutura principal de β (1-4) -manose com unidades D-galactopiranosil únicas ligadas por meio de ligações α (1-6) como ramo lateral, extraído do endosperma da planta da alfarrobeira. Essa goma é um agente espessante, capaz de formar soluções viscosas em concentração relativamente baixa, insolúvel à temperatura ambiente e pouco afetado pelo pH (natureza não iônica) (DAKIA et al., 2008). A goma de alfarroba é adequada para muitas aplicações alimentares, incluindo a fabricação de filmes comestíveis, pois apresenta biodegradabilidade, baixa toxicidade e baixo custo, além de melhorar as propriedades dos filmes, como permeabilidade ao oxigênio e propriedades mecânicas, quando utilizados em sinergia com outros compostos (SILVA et al., 2016). Os efeitos sinérgicos resultantes da mistura do SPC-LBG podem resultar em novas estruturas funcionais e promover novas aplicações.

O objetivo deste trabalho foi estudar a interação entre SPC e 0,2 e 0,4% de LBG através da análise de FTIR, bem como verificar como essa interação influencia na microestrutura, solubilidade, umidade, permeabilidade ao vapor de água, propriedade mecânica, cor e opacidade de filmes biodegradáveis.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

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, 5% de cinzas gentilmente

cedido 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

Solução estoque de 1% (p/p) de LBG foi preparada com agitação de 1 hora em temperatura ambiente e posteriormente aquecimento a 80°C por 30 minutos (Silva, et al. 2016).

A solução aquosa filmogênica foi preparada a partir da mistura da proteína de soja concentrada em pó, glicerol e a solução estoque de LBG, na intenção de obter uma concentração final de 5% (p/p) de SPC, 2% (p/p) de glicerol e diferentes concentrações de LBG (0%; 0,2% e 0,4%). Após as pesagens as soluções foram solubilizadas em pH 11 e aquecidas em banho maria (MARCONI, São Paulo, Brasil) a 65°C por 10 minutos, sob agitação constante para total solubilização. Após aquecimento, as soluções foram agitadas em agitador mecânico por 2 horas para completa homogeneização, 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 sete dias em ambiente a 25°C e 53% de umidade relativa.

2.2.2 Análise da interação entre SPC e LBG através da análise de FTIR/ATR

A análise de espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR - Fourier Transform Infrared Spectroscopy) é de grande importância no estudo da estrutura molecular. Os espectros de Infravermelho com Transformada de Fourier foram realizados em triplicata e obtidos utilizando um equipamento da marca Agilent Technologies USA (Carry 630) com reflectância total atenuada (ATR), em uma faixa espectral entre 4000 e 400 cm^{-1} e resolução de 4 cm^{-1} .

2.2.3 Caracterização dos filmes

2.2.3.1 Microestrutura dos filmes

A microestrutura superficial dos filmes foi avaliada pela técnica de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Para isso, as amostras de filme foram armazenadas a temperatura ambiente em dessecadores contendo sílica por 5 dias. Previamente a análise, as amostras foram fixadas em suportes de alumínio com fita de carbono e em seguida recobertas por uma fina camada de ouro, sob vácuo, por 5 minutos. As imagens

foram analisadas utilizando um Microscópio Eletrônico de Varredura (FEI-MEV Quanta 250, 5000x, Holanda) operando com uma tensão de aceleração de elétrons de 5kV.

2.2.3.2 Solubilidade (S)

A solubilidade (S) é definida como o conteúdo de matéria seca solubilizada após 24 horas e foi determinada de acordo com. Os filmes foram cortados (2 x 2 cm), pesados inicialmente (W_0) e imersos em 50mL de água a 25°C com agitação (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).

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

2.2.3.3 Umidade (Xw)

O teor de umidade foi determinado em triplicata gravimetricamente em forno (Logen, 117 modelo 1.3) a 105°C até massa constante (AOAC, 1995).

2.2.3.4 Espessura

A espessura dos filmes foi medida através de um micrômetro digital (Western, MC-3, China). Foram realizadas 3 medidas em diferentes pontos dos filmes.

2.2.3.5 Permeabilidade ao vapor de água (PVA)

A permeabilidade ao vapor de água (PVA) de filmes simples e compostos foi realizada gravimetricamente em triplicata com base no método ASTM E96-95 (ASTM E96-95, 1995). Para essa análise, filmes de SPC com e sem LBG foram colocados em permeação. Células foram parcialmente preenchidas com cloreto de cálcio anidro (2% UR) e colocadas em um dessecador, com ventilador de miniatura dentro, contendo água (100% RH), a 25°C. As células de permeação foram pesadas a cada 40 minutos por 7 horas. A PVA, apresenta unidade $g.(m.s.Pa)^{-1}$, foi calculado usando análise de regressão da Eq. (2) como descrito por McHugh; Avena-Bustillos; Krochta (1993):

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

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

2.2.3.6 Propriedade mecânica

A análise foi realizada em texturômetro (TA.XT Plus, Stable Micro Systems, Surrey, UK) de acordo com o método padrão ASTM D882-12 (ASTM D882-12, 2012), em 20 corpos de prova de cada tratamento. Foram cortadas amostras retangulares (70 mm x 25 mm) e colocadas entre as garras dos *probes*, ficando as amostras aparentes na dimensão de 50 mm x 25 mm e os *probes*, com uma separação inicial de 40 mm. Durante os testes de tração a velocidade foi fixada em 0,8 mm.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.

2.2.3.7 Propriedade ótica

A propriedade de barreira à luz dos filmes foi analisada em triplicata através do espectrofotômetro (FEMTO, 700 plus, São Paulo) no comprimento de onda de 600 nm. A transparência das amostras foi expressa como uma relação entre a medida de absorbância e a média da espessura dos filmes.

2.2.3.8 Análise estatística

Os resultados foram expressos na forma de média ± 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 Análise da interação entre SPC e LBG através da análise de Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)

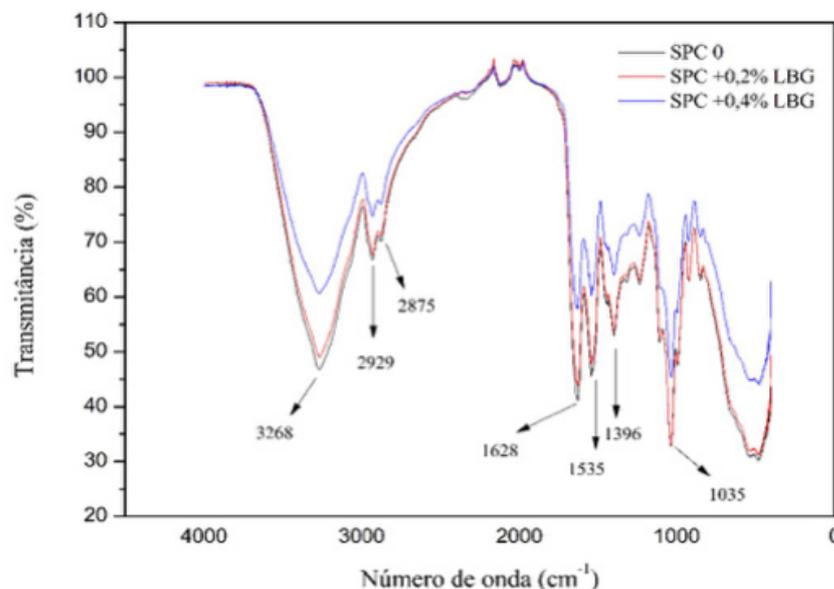


Figura 1: Espectros de infravermelho por transformada de Fourier dos filmes de proteína de soja concentrada (SPC) com diferentes concentrações de goma alfarroba (LBG)

Nos espectros de todos os filmes foram encontrados picos nas regiões em 3268 cm^{-1} e 2929 cm^{-1} que são bandas de absorção típicas de polissacarídeos, atribuída as deformações axiais dos grupos O-H e C-H, respectivamente.

Pode-se observar que a adição de goma alfarroba (LBG) não influenciou nas frequências 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 intensidade da transmitância dos filmes, indicando que houve interação entre proteína e polissacarídeo e que essa interação promoveu mudanças estruturais nas amidas I e II da proteína. Além disso, o aumento da intensidade das bandas de absorção 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, pode ser um indicativo da ocorrência desta interação, entre os grupos amina da proteína e carboxílicos da LBG.

4 | SOLUBILIDADE E UMIDADE

O teor de umidade e a solubilidade dos filmes de SPC com e sem adição de LBG estão apresentados na Tabela 1. O caráter higroscópico da goma adicionada não influenciou a solubilidade dos filmes, mas reduziu a teor de umidade dos mesmos.

%LBG	S (%)	Xw (%)	PVA $\cdot 10^{-10}$ ($\text{g}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Pa}^{-1}$)	T (MPa)	ϵ (%)
0%	60,60 \pm 1,21 ^a	30,85 \pm 0,89 ^a	7,81 0,44 ^a	5,99 1,77 ^a	197,32 21,02 ^a
0,2%	59,74 \pm 2,10 ^a	31,17 \pm 0,29 ^a	8,74 0,59 ^{ab}	5,05 0,66 ^a	39,40 7,82 ^b
0,4%	58,09 \pm 1,55 ^a	27,41 \pm 0,73 ^b	9,87 1,11 ^b	7,21 0,85 ^b	122,53 11,60 ^c

Tabela 1: Solubilidade (S), umidade (Xw), permeabilidade ao vapor de água (PVA), resistência à tensão (T) e resistência à deformação (ϵ) 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.

Apesar dos polissacarídeos apresentarem grande afinidade pela água, sua adição em soluções contendo proteína nem sempre aumenta a umidade dos filmes compostos, como pode ser visto nos resultados apresentados na Tabela 1 que apresenta redução de quase 10% da umidade dos filmes quando 0,4% LBG foi adicionada. Isso ocorre devido a interação entre a proteína e o polissacarídeo que pode mudar a contribuição que cada composto teria individualmente sobre as

propriedades dos filmes. O aumento da interação intermolecular entre SPC e LBG com o aumento da concentração de LBG (Figura 1) resultou em uma rede mais densa e com poucos sítios ativos para interagir com a água. A água livre, que não interagiu, foi facilmente evaporada durante a secagem resultando em filmes menos úmidos. Com menos moléculas de água interagindo, a matriz polimérica se tornou mais hidrofóbica, reduzindo, também, a solubilidade dos filmes em água. Sui et al. (2016) também observou redução da umidade dos filmes de proteína de soja quando a goma guar foi adicionada na formulação. Todavia, não podemos sempre afirmar que toda interação resultará em redução da umidade do filme. GUERREIRO et al. (2013), por exemplo, observaram aumento significativo no teor de umidade dos filmes de proteína de soja com adição de ágar.

Estudos que apresentam a influência da concentração de biopolímeros usados na formulação de filmes compostos são importantes para o conhecimento das propriedades dos filmes e também para propor uma aplicação para os mesmos. Apesar da redução da solubilidade com a adição de goma, os filmes formados, simples (SPC) ou compostos (SPC+LBG), ainda apresentaram alta capacidade para se dissolver e por esse motivo podem ter aplicação na fabricação de sachês solúveis onde o objetivo é que após imersão em água e agitação o filme se desintegre junto com o material que ele embala. Outras possíveis aplicações seriam para a fabricação de wrap mais saudável feito à base de proteína de soja, onde a massa de trigo pode ser substituída pelo filme, ou como base para enrolar sushi, por exemplo, e substituir a alga, uma vez que algumas pessoas são alérgicas.

5 | PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA

A permeabilidade ao vapor de água (PVA) de filmes de proteína de soja concentrada com ou sem adição de goma está apresentada na Tabela 1. A ordem de grandeza de $10^{-10} \text{ g m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$ foi a mesma observada por outros pesquisadores como GARRIDO et al. (2016) para filmes de proteína de soja. Filme de proteína de soja sem adição de goma apresentou valor de permeabilidade ao vapor de água abaixo do valor observado por ARVANITOYANNIS et al. (1998) para filmes de polietileno de baixa densidade ($8,64 \cdot 10^{-10} \text{ g} \cdot (\text{m} \cdot \text{dia} \cdot \text{Pa})^{-1}$).

A adição de goma tendeu a aumentar a permeabilidade ao vapor de água dos filmes, mas esse aumento só foi considerado significativo estatisticamente com o acréscimo de 0,4% de LBG, que resultou em uma redução de 26% na barreira ao vapor de água.

Provavelmente, o aumento da heterogeneidade dos filmes de proteína com a adição de LBG observada na análise de microscopia eletrônica (Figura 2) reduziu a densidade da rede proteica e aumentou a tortuosidade da estrutura do filme resultando na redução da barreira ao vapor de água. Sui et al. (2016) também observou aumento

na PVA de filmes de proteína de soja com adição de goma guar.

6 | PROPRIEDADE MECÂNICA

A resistência à tensão (MPa) e à deformação (%) dos filmes SPC com e sem LBG estão apresentados na Tabela 1.

A adição de 0,2% de LBG não favoreceu as propriedades mecânicas do filme de SPC, visto que reduziu em 16% sua resistência à tensão e diminuiu expressivamente (80%) a resistência à elasticidade do filme protéico. No entanto, à medida que a concentração de LBG aumentou na formulação para 0,4% LBG, notou-se que o aumento da interação entre a proteína e o polissacarídeo, observado na Figura 1, refletiu no acréscimo de 20% na resistência à tensão dos filmes de SPC. A resistência à deformação dos filmes de SPC+0,4% LBG não foram maiores que a observada no filme sem goma, entretanto, foram significativamente maiores que a observada no filme SPC+0,2% LBG.

O aumento da coesividade dos filmes com o aumento da concentração de LBG, observado na Figura 2, pode ter contribuído para o acréscimo da resistência observado na Tabela 1. MOSTAFAVI et al. (2016) também observou que filmes compostos por goma tragacath e goma alfarroba apresentaram estruturas mais coesas e filmes com maior resistência à tensão e à deformação conforme a concentração de LBG aumentava. Esse resultado reflete que a resistência dos filmes compostos proteína-polissacarídeo pode ser prejudicada ou favorecida dependendo da concentração de goma adicionada na formulação.

7 | ESTRUTURA MORFOLÓGICA DOS FILMES

No presente trabalho a MEV foi aplicada para avaliar a evolução da microestrutura das amostras SPC no pH 11 com e sem adição de 0,2% e 0,4% de LBG. As micrografias estão apresentadas na Figura 2. As imagens analisadas foram ampliadas 5000 vezes. Devido à grande profundidade do foco e alta resolução tais análises permitem a observação da estrutura superficial dos materiais.

A Figura 2.a, exibe a micrografia da amostra controle indicando a microestrutura superficial lisa, compacta, contínua, muito coesa, sem rugosidades e com poucos microporos em escala nanométrica ao longo da matriz, apontando um bom indicativo da sua integridade estrutural. Esse resultado corrobora com os resultados apresentados na Tabela 1, que indica que o filme SPC + 0% LBG tem a maior resistência a deformação (ϵ). Os microporos são gerados durante a evaporação contínua da água no processo de secagem do filme, e podem ser observados na micrografia como poros arredondados.

A interação da LBG com a proteína de soja concentrada produziu uma certa

rugosidade na matriz dos filmes, com consequente redução na coesão e ordenamento da estrutura (Figura 2.b e 2.c). A fissura observada na micrografia do filme SPC + 0,2 % LBG pode ter sido formada durante o processo de metalização das amostras ou durante o tempo de exposição ao feixe eletrônico de alta energia. O aumento da concentração da goma aumentou a rugosidade da estrutura do filme. A presença do polissacarídeo na estrutura parece criar zonas mais elevadas que outras, o que pode caracterizar como um agrupamento de proteína em uma determinada região e de goma em outra região. Esse agrupamento pode ter fortalecido a rede proteica e favorecido a resistência do filme (Tabela 1).

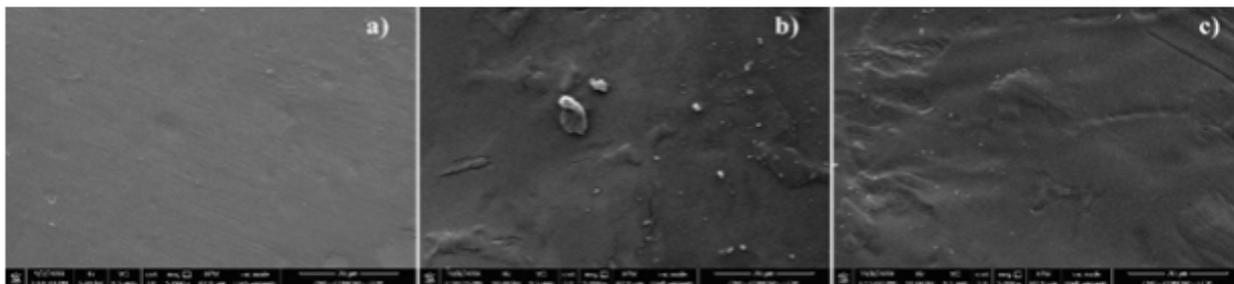


Figura 2. Micrografias obtidas por meio da microscopia eletrônica de varredura ampliada 5000 vezes. a) Amostra controle. b) Amostra SPC+ 0,2 % LBG. c) SPC + 0,4 % LBG.

8 | PROPRIEDADE ÓTICA

A claridade (L^*), a intensidade da cor (C^*) e a opacidade dos filmes de SPC com e sem adição de LBG estão apresentados na Tabela 2.

%LBG	L^*	C^*	Op (%)	Espessura (mm)
0%	89,46 ± 0,54 ^a	23,95 ± 0,89 ^a	2,84 ± 0,20 ^a	0,17 ± 0,01 ^a
0,2%	86,79 ± 0,13 ^b	25,38 ± 0,25 ^{ab}	5,40 ± 0,32 ^b	0,18 ± 0,01 ^a
0,4%	82,95 ± 0,41 ^c	26,44 ± 0,44 ^b	5,74 ± 0,28 ^b	0,18 ± 0,01 ^a

Tabela 2: Claridade (L^*), croma (C^*), opacidade (Op) e espessura 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.

A adição de LBG proporcionou filmes levemente mais escuros e significativamente mais opacos que os filmes proteicos sem goma. Filmes com adição de 0,2% do polissacarídeo foram duas vezes mais opacos que filmes de SPC. Não foram notadas diferenças significativas na transparência entre SPC+0,2%LBG e SPC+0,4%LBG. O aumento da opacidade dos filmes com adição da goma indica maior barreira à luz, e, conseqüentemente, alto potencial para proteger alimentos contra reações de oxidação.

Silva et al. (2015) observou que abacaxis cobertos com proteína de soro de leite + goma alfarroba apresentaram maior retenção de vitamina C durante o processo

de secagem a 60°C que amostras sem cobertura. Filmes compostos de SPC+LBG também poderiam ser usados como coberturas previamente a secagem com o objetivo de obter maior retenção de nutrientes durante o processo. Devido à coloração da cobertura SPC+LBG ser mais amarelada que a cobertura de proteína de soro de leite + LBG, a aplicação poderia ser direcionada para frutos alaranjados, como o mamão ou para legumes como a cenoura que perdem nutrientes como carotenoides durante o processo de desidratação por secagem convectiva.

9 | CONCLUSÃO

A interação entre a proteína concentrada de soja (SPC) e a goma alfarroba (LBG) observada nos espectros de infravermelho por transformada de Fourier não influenciou na solubilidade dos filmes, mas reduziu a umidade dos mesmos e aumentou a permeabilidade ao vapor de água e a opacidade do material quando comparado à filmes feitos apenas com SPC. A adição de 0,2% LBG reduziu as propriedades mecânicas dos filmes protéicos, mas a adição de 0,4% da goma aumentou significativamente a resistência à tração dos filmes de SPC.

10 | 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.

ARVANITOYANNIS, I, Biliaderis, C. G., Ogawa, H., Kawasaki, N. Biodegradable films made from low-density polyethylene (LDPE), rice starch and potato starch for food packaging applications: Part 1. **Carbohydrate Polymers**, v. 36, p. 89-104, 1998.

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.

BALAGUER, M. P., Gómez-Estaca, J., Gayara, R., & Hernández-Muñoz, P. Functional properties of bioplastics made from wheat gliadins modified with cinnamaldehyde. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 59, p. 6689-6695, 2011.

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.
- 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.
- GUERRERO, P.; Garrido, T.; Leceta, I.; de la Caba, K. Films based on proteins and polysaccharides: Preparation and physical-chemical characterization. **European Polymer Journal**, v. 49, p.3713-3721, 2013.
- HENNINK, W. E., & van Nostrum, C. F. (2012). Novel crosslinking methods to design hydrogels. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v. 64, p. 223-236, 2012.
- LEE, H.; YILDIZ, G.; SANTOS, L. C.; JIANG, S.; ANDRADE, J. E.; ENGESETH, N. J.; FENG, H. Soy protein nano-aggregates with improved functional properties prepared by sequential pH treatment and ultrasonication. **Food Hydrocolloids**, v. 55, p. 200-209, 2016.
- 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.
- MOSTAFAVI, F. S.; Kadkhodaei, R.; Emadzadeh, B.; Koocheki, A. Preparation and characterization of tragacanth-locust bean gum edible blend films. **Carbohydrate Polymers**, v. 139, p. 20-27, 2016.
- SILVA, K. S., Garcia, C. C., Amado, L. R., & Mauro, M. A. Effects of edible coatings on convective drying and characteristics of the dried pineapple. **Food and Bioprocess Technology**, v.8, p. 1465-1475, 2015.
- 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.
- SONG, F.; Tang, D. L.; Wang, X. L.; Wang, Y. Z. Biodegradable soy protein isolate based materials: a review. **Biomacromolecules**, v. 12, n. 10, p. 3369-3380, 2011.
- SUI, C.; Zhang, W.; Ye, F.; Liu, X.; Yu, G. Preparation, physical and mechanical properties of soy protein isolate/guar gum composite films prepared by solution casting. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 133, n. 18, DOI: 10.1002/APP.43382, 2016.
- 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

Alfarroba 99, 100, 101, 102, 105, 107, 108, 109

B

Barra 29, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38

Bezerras 78, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 86

Biodegradáveis 99, 100, 101

Biotiva 89

C

Cabra 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 58

Cereais 20, 30, 36, 38, 39, 50, 51, 52, 53

Comestível 18, 89, 97

Compostos 3, 9, 41, 70, 75, 90, 92, 97, 99, 101, 103, 105, 106, 107, 109, 123, 124, 125, 126, 128, 150, 152, 153, 155

Congelados 14, 16, 18, 19, 27, 28

D

Desmame 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88

Detecção 89, 92, 94, 111, 113, 120, 121, 122, 140

Doce 21, 22, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 143, 144, 148

E

Elaboração 16, 29, 38, 40, 42, 57, 59, 102, 125

Estratégia 52, 78, 79, 86

F

Fabricação 17, 20, 26, 27, 33, 47, 68, 76, 99, 101, 106

Farinhas 50, 51, 52, 53, 54, 73, 76

Fermentação 2, 3, 4, 7, 8, 9, 16, 17, 58, 59, 63, 64, 65, 74, 75

Flor 89, 91, 92, 95, 96, 97

Frutas 3, 58, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 90, 154

H

Hematológica 78, 80, 85

K

Kefir 12, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

Kombucha 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

L

Leite 8, 12, 16, 29, 31, 32, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 58, 59, 61, 63, 65, 68, 80, 90, 94, 97, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 125, 139, 140
Light 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48

M

Medicamentos 111, 113, 114, 115, 117, 118, 121
Mel do cacau 2, 3, 11
Microencapsulação 123, 124, 125, 126, 130
Milk 30, 41, 68, 69, 111, 112, 121, 122, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141
Mistas 50

N

Nelore 78, 79, 80, 81, 84, 85, 88

P

Penicillin 111, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139
Petit suisse 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68
Propriedade 81, 89, 90, 94, 97, 99, 101, 104, 107, 108, 145
Proteica 29, 31, 32, 35, 36, 38, 106, 108

R

Resíduos 52, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 82, 100, 111, 113, 114, 120, 121, 122, 140
Revisão 69, 70, 71, 72, 97, 98, 124, 130

S

Sandúches 14, 16, 18, 20, 21, 22
Soja 16, 18, 20, 21, 22, 23, 25, 39, 42, 59, 99, 100, 101, 102, 105, 106, 107, 108, 109
Spectroscopy 13, 102, 111, 121, 122, 131, 132, 133, 139, 140
Spray drying 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130

U

Utilização 3, 42, 50, 58, 60, 70, 71, 72, 75, 76, 91, 127, 145

V

Veganos 14, 15, 16, 18, 21, 26
Vegetal 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 35, 37, 96, 98
Viscosidade 50, 51, 53, 54, 55, 56, 126

 **Atena**
Editora

2 0 2 0