

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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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 Andreza 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](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto: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**

<b>CAPÍTULO 14.....</b>	<b>158</b>
<b>PROXIMATE COMPOSITION AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF DIETARY FIBER CONCENTRATES FROM GRAPE POMACE SKINS</b>	
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02620270814</b>	
<b>CAPÍTULO 15.....</b>	<b>168</b>
<b>QUANTIFICAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS TRANS E SATURADOS EM BOLACHAS RECHEADAS E BOLACHAS WAFERS PRODUZIDAS NO BRASIL</b>	
Tamires Carvalho Lins Montilla	
Rosângela Pavan Torres	
Jorge Mancini – Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02620270815</b>	
<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>179</b>
<b>UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE LINHAÇA (<i>LINUM USITATISSIMUM L.</i>) EM LINGUIÇA DE OVINO</b>	
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02620270816</b>	
<b>SOBRE AS ORGANIZADORAS.....</b>	<b>190</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>191</b>

# 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 conglucina (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  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4)-D-manose com pequeno lado ligado à  $\alpha$ -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  $\text{cm}^{-1}$ , com resolução de 4  $\text{cm}^{-1}$  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  $g.(m.s.Pa)^{-1}$ , 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 ( $g \times s^{-1}$ ),  $x$  é a espessura do filme (m),  $A$  é a área de permeação ( $m^2$ ) e  $\Delta P$  é a diferença da pressão parcial do vapor de água entre os dois lados do filme a  $20^\circ C$ .

#### 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  $0,8 \text{ mm.s}^{-1}$ . 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.

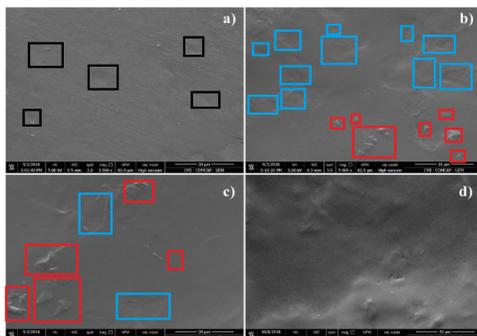


Figura 1: Microestrutura de superfície dos filmes de SPC com adição de LBG nas concentrações (a) 0%; (b) 0,05%; (c) 0,1%; (d) 0,3%.

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  $3268\text{ cm}^{-1}$ , referente ao estiramento N-H da ligação peptídica, e de uma banda em  $2929\text{ cm}^{-1}$ , na região de estiramento C-H. Na banda referente a deformação

axial do grupo C-H ( $2929\text{ cm}^{-1}$ ), 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  $1535\text{ cm}^{-1}$ , respectivamente. Todavia, o aumento da concentração de LBG aumentou a transmitância das bandas em  $1628\text{ cm}^{-1}$ , referente a vibração de estiramento da carbonila, e em  $1535\text{ cm}^{-1}$ , 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.

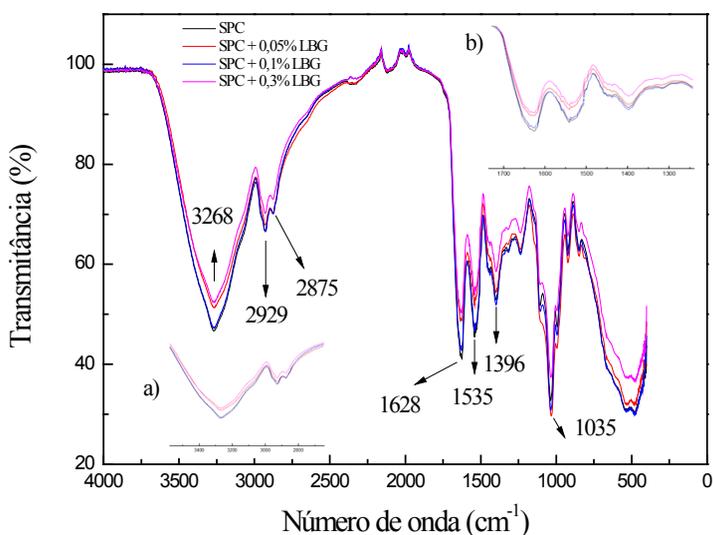


Figura 2 - Espectros FTIR dos filmes de proteína de soja concentrada (SPC) adicionados as porcentagens 0,01%, 0,1% e 0,3% de goma alfarroba (LBG). Em a) temos um aumento visual da faixa espectral de 3400 a  $2800\text{ cm}^{-1}$  e b) temos um aumento visual da região espectral de 1700 a  $1300\text{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

### 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 <sub>a</sub>	-4,64 ± 0,17 <sub>a</sub>	23,49 ± 0,93 <sub>a</sub>	2,84 ± 0,20 <sub>a</sub>
0,05	86,06 ± 0,56 <sub>b</sub>	-4,72 ± 0,15 <sub>a</sub>	22,78 ± 0,23 <sub>a</sub>	3,69 ± 0,16 <sub>b</sub>
0,1	85,95 ± 0,67 <sub>b</sub>	-4,28 ± 0,06 <sub>b</sub>	24,73 ± 0,75 <sub>a</sub>	3,42 ± 0,20 <sub>ab</sub>
0,3	87,37 ± 0,29 <sub>b</sub>	-2,73 ± 0,02 <sub>b</sub>	27,94 ± 0,58 <sub>b</sub>	5,42 ± 0,28 <sub>c</sub>

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 <sub>a</sub>	30,85 $\pm$ 0,89 <sub>a,b</sub>	7,81 $\pm$ 0,44 <sub>a</sub>	0,17 $\pm$ 0,01 <sub>a</sub>
0,05	58,73 $\pm$ 1,34 <sub>a</sub>	31,41 $\pm$ 0,45 <sub>b</sub>	7,48 $\pm$ 0,26 <sub>a</sub>	0,17 $\pm$ 0,01 <sub>a</sub>
0,1	58,43 $\pm$ 2,01 <sub>a</sub>	30,23 $\pm$ 0,26 <sub>a,b</sub>	8,08 $\pm$ 0,45 <sub>a,b</sub>	0,17 $\pm$ 0,01 <sub>a</sub>
0,3	59,90 $\pm$ 0,44 <sub>a</sub>	29,36 $\pm$ 0,92 <sub>a</sub>	9,14 $\pm$ 0,83 <sub>b</sub>	0,18 $\pm$ 0,01 <sub>a</sub>

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.

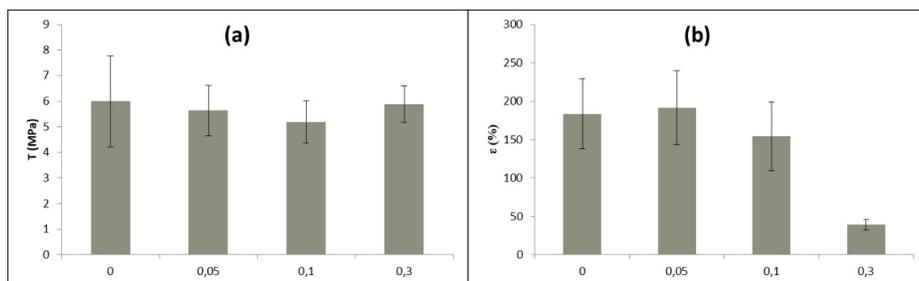


Figura 3: valores de resistência a tensão (a) e deformação (b).

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.

# CAPÍTULO 2

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

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 26/05/2020

### **Amanda Cristina Araujo Gomes**

Instituto Federal de Educação Ciência e  
Tecnologia do Maranhão  
Bacabal – Maranhão

Link para o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8864454439136360>

### **Simone Kelly Rodrigues Lima**

Instituto Federal de Educação Ciência e  
Tecnologia do Maranhão  
Bacabal – Maranhão

Link para o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3207819191841178>

### **Renata Freitas Souza**

Instituto Federal de Educação Ciência e  
Tecnologia do Maranhão  
Bacabal – Maranhão

Link para o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0741460858056732>

### **Eliana da Silva Plácido**

Instituto Federal de Educação Ciência e  
Tecnologia do Maranhão  
Bacabal – Maranhão

Link para o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2642109443341177>

**RESUMO:** A alimentação escolar deve contribuir para o crescimento e o desenvolvimento biopsicossocial, a aprendizagem, o rendimento escolar e a formação de hábitos alimentares saudáveis, através da oferta de refeições

que cubram as necessidades nutricionais dos escolares e atendam suas preferências alimentares. Este estudo teve como objetivo avaliar a aceitabilidade da alimentação escolar do município de São Luís – MA. Trata-se de um estudo transversal, quantitativo, com coleta de dados secundários do teste de aceitabilidade aplicado entre os meses de maio e junho de 2018 em nove escolas municipais, com uma amostra de 2487 alunos do ensino fundamental, em que foram avaliadas nove preparações contendo produtos regionais. Para avaliar as preparações frequentemente servidas na alimentação escolar, foi aplicado o teste de aceitabilidade com escala hedônica mista e verbal. Foi utilizado como referência o Manual de aplicação dos testes de aceitabilidade no Programa Nacional de Alimentação Escolar do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, que estabelece índice de aceitabilidade  $\geq 85\%$  para que a preparação servida apresente boa aceitação. A média de aceitabilidade dos cardápios foi de 73,34%. Observou-se que das nove preparações avaliadas pelo teste, somente duas preparações apresentaram boa aceitação conforme o índice de aceitabilidade: o risoto de frango com ervilha mais feijão com vinagreira (86,96%) e a galinhada com abóbora mais suco de goiaba (87,58%).

**PALAVRAS-CHAVE:** aceitação, cardápio, escolares.

### EVALUATION OF THE ACCEPTABILITY OF SCHOOL FEEDING IN SÃO LUÍS – MA

**ABSTRACT:** School feeding must contribute to growth, biopsychosocial development, learning,

school performance and formation of healthy eating habits through providing of meals that satisfies the students' nutritional needs and reaches their dietary preference. This study aimed evaluating the acceptability of school feeding in municipality of São Luís (MA), Brazil. It is a cross-sectional and quantitative study, with secondary data collect of the acceptability test that was applied between May and June 2018 in nine municipal schools, with a sample of 2487 elementary school students, where nine kinds of food containing regional products were analyzed. The acceptability test with mixed and verbal hedonic scale was applied to evaluate the often dishes served in school feeding. For that it used the acceptance tests application guide in the National School Feeding Program of the National Education Development Fund, which establishes acceptability index  $\geq 85\%$  so that the dish served presents good acceptance. The average acceptability of the menus was 73.34% (SD  $\pm$  8.21). Among the nine dishes evaluated by the test, just two ones presented good acceptance according to the acceptability index: chicken pea risotto plus beans with vinagreira (86.96%) and pumpkin chicken with guava juice (87, 58%).

**KEYWORDS:** acceptability, menu, students.

## 1 | INTRODUÇÃO

A alimentação adequada e saudável em idade escolar é condição essencial para o crescimento, desenvolvimento e saúde, além de favorecer a capacidade de concentração do aluno, influenciando diretamente no rendimento escolar (NASCIMENTO et al., 2016).

Nesse sentido, o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) constitui uma importante política pública voltada ao atendimento universal dos estudantes e a garantia do direito humano à alimentação adequada e saudável. Seu principal objetivo é contribuir para o crescimento e o desenvolvimento biopsicossocial, a aprendizagem, o rendimento escolar e a formação de hábitos alimentares saudáveis dos alunos, por meio de ações de educação alimentar e nutricional e da oferta de refeições que cubram as suas necessidades nutricionais durante o período letivo (BRASIL, 2009; 2013; 2015).

O PNAE é gerenciado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), que visa à transferência, em caráter suplementar, de recursos financeiros aos estados, ao Distrito Federal e aos municípios. Além dos recursos financeiros transferidos pelo FNDE, os entes federativos devem participar com a contrapartida financeira, sendo responsáveis pela execução do programa, oferta da alimentação escolar e pelas ações de educação alimentar e nutricional. O público atendido pelo PNAE são todos os alunos matriculados na educação básica pública; filantrópicas e comunitárias conveniadas com o poder público (BRASIL, 2013. ROCHA et al., 2018).

Para a execução do PNAE, são instituídas como diretrizes da alimentação escolar: o emprego da alimentação adequada e saudável; a inclusão de educação alimentar e nutricional no processo de ensino e aprendizagem; a universalização do atendimento; a participação da comunidade; o apoio ao desenvolvimento sustentável e o direito a alimentação escolar (BRASIL, 2009; 2013).

A Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009 determina que no mínimo 30% dos repasses financeiros deverão ser utilizados na aquisição de gêneros alimentícios da agricultura familiar, priorizando-se os produtos orgânicos ou agroecológicos. Os cardápios da alimentação escolar deverão ser elaborados pelo nutricionista responsável, com utilização de gêneros alimentícios básicos, respeitando as referências nutricionais, os hábitos alimentares, a cultura alimentar, a sazonalidade e a diversificação agrícola, conforme a faixa etária e o estado de saúde dos escolares, incluindo aqueles com necessidades nutricionais específicas como doença celíaca, diabetes, hipertensão, anemias, alergias e intolerâncias alimentares (BRASIL, 2009; 2010; 2013).

As diretrizes do programa determinam que sejam aplicados testes de aceitabilidade da alimentação escolar junto a clientela sempre que ocorrer no cardápio a introdução de alimentos ou preparações novas ou para avaliar a aceitação dos cardápios praticados frequentemente (BRASIL, 2009; 2010; 2013).

Seguindo a esta determinação, o teste de aceitabilidade da alimentação escolar é utilizado como método para medir o índice de aceitabilidade da alimentação oferecida aos escolares, devendo ser aplicado por meio de procedimentos metodológicos, como o resto ingestão e a escala hedônica. A importância do teste consiste em avaliar se os cardápios elaborados e/ou os novos alimentos e preparações estão sendo bem aceitos pelos alunos, de modo a evitar o desperdício e verificar a qualidade do serviço prestado pelas escolas em relação ao fornecimento da alimentação escolar (BRASIL, 2017; RAPHAELLI et al., 2017; RIBEIRO; LIMA, 2018).

Dessa forma, considerando-se que o fornecimento de uma alimentação escolar deve atender além das necessidades nutricionais, às preferências alimentares dos escolares, este estudo tem como objetivo avaliar a aceitabilidade da alimentação escolar do município de São Luís – MA, por meio da determinação do índice de aceitabilidade das preparações frequentemente servidas na alimentação escolar.

## **2 | METODOLOGIA**

Trata-se de um estudo transversal, quantitativo, com coleta de dados secundários, cedidos pela Secretaria Municipal de Educação de São Luís - MA. A pesquisa foi desenvolvida com base no banco de dados do teste de aceitabilidade aplicado entre os meses de maio e junho de 2018. Participaram deste estudo, nove escolas do ensino fundamental, totalizando 2487 alunos.

O cardápio servido é composto por vinte e seis preparações, das quais nove preparações foram escolhidas por apresentarem os seguintes produtos regionais provenientes da agricultura familiar: abóbora, jongome, macaxeira e vinagreira.

As nove preparações foram denominadas de A a I de acordo com o quadro a seguir.

<b>A</b>	Arroz + Feijão + Carne bovina com macaxeira
<b>B</b>	Sopa (carne moída, macarrão, batata, cenoura e abóbora)
<b>C</b>	Risoto de frango com ervilha + Feijão com vinagreira
<b>D</b>	Baião de dois + Carne bovina com abóbora
<b>E</b>	Risoto de frango com abóbora + Feijão com jongome
<b>F</b>	Galinhada com abóbora + suco de goiaba
<b>G</b>	Sopa (macarrão, carne moída, macaxeira, cenoura e vinagreira)
<b>H</b>	Risoto de carne moída com cenoura + Feijão com jongome
<b>I</b>	Arroz + Carne picada ao molho com macaxeira + Feijão com vinagreira

Quadro 1 – Preparações com gêneros alimentícios da agricultura familiar avaliadas no teste de aceitabilidade da alimentação escolar nas escolas de ensino fundamental.

Fonte: Secretaria Municipal de Educação de São Luís (2018)

Foram coletados dados dos cardápios referentes à refeição lanche servido nos turnos matutino e vespertino. O teste de aceitabilidade aplicado foi escala hedônica mista e verbal, de acordo com a metodologia proposta no Manual de aplicação dos testes de aceitabilidade no Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE (BRASIL, 2017).

Neste teste, cada aluno recebeu, em sala de aula, uma ficha com a escala hedônica adequada à sua série. Os alunos do 1º ao 5º ano receberam a escala hedônica mista e os alunos do 6º ao 9º receberam a escala hedônica verbal. Essa escala varia 1 a 5 pontos, que correspondem a detestei e adorei, respectivamente, sendo 2 para não gostei, 3 para indiferente e 4 para gostei. Foi explicado aos alunos que as fichas deveriam ser preenchidas de acordo com o grau de satisfação da preparação servida na escola no dia do teste.

Os dados coletados foram tabulados e analisados em planilhas do Microsoft Excel, versão 2010. Para calcular o índice de aceitabilidade das preparações avaliadas foi considerado o somatório das respostas gostei (4) e adorei (5) multiplicada por 100 e dividida pelo número de alunos que realizaram a refeição conforme metodologia recomendada pelo FNDE. O índice de aceitabilidade pela escola hedônica deve ser no mínimo 85% para que o cardápio ou preparação seja indicativo de boa aceitação e assim possa permanecer na alimentação escolar (BRASIL, 2017).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 demonstra a aceitabilidade das preparações servidas nas nove escolas

públicas de ensino fundamental do município de São Luís – MA, incluídas na pesquisa.

Preparação	Total	Aceitação dos escolares					IA* (%)
		Detestei (%)	Não gostei (%)	Indiferente (%)	Gostei (%)	Adorei (%)	
A	243	12,76	13,99	15,23	31,69	26,34	58,02
B	192	2,60	8,33	7,81	30,21	51,04	81,25
C	138	2,17	2,90	7,99	28,99	57,97	86,96
D	267	14,98	8,99	6,74	25,09	44,19	69,29
E	200	7,00	7,00	11,50	35,00	39,50	74,50
F	322	3,11	4,04	5,28	30,12	57,45	87,58
G	253	11,07	11,46	6,72	32,81	37,94	70,75
H	565	11,15	17,35	4,96	22,48	44,07	66,55
I	307	14,98	13,36	6,51	25,73	39,41	66,15

Tabela 1 – Aceitabilidade das preparações servidas nas escolas públicas de ensino fundamental do município de São Luís – MA.

\*IA= Índice de aceitabilidade

Fonte: Banco de dados da Secretaria Municipal de Educação de São Luís.

De acordo com a pesquisa, para preparação A 31,69% dos estudantes disseram ter gostado da preparação, enquanto 26,34% disseram ter adorado. Considerando o somatório das expressões gostei e adorei, a preparação apresentou um índice de aceitabilidade de 58,02%, demonstrando uma baixa aceitação conforme o índice de aceitabilidade recomendado pelo FNDE, o qual deve ser maior ou igual a 85% para a escala hedônica. Resultado semelhante foi encontrado por Oliveira e Vassimon (2012) em estudo de revisão sobre o PNAE e sua aceitação pelos alunos, onde o arroz, o feijão e a carne ao molho estavam entre as preparações com aceitação menor que 85%.

Quanto à aceitação da preparação B, esta teve melhor aceitabilidade. Mais de 30% dos escolares marcaram a opção gostei e 51,04% a opção adorei, resultando em um índice de aceitabilidade de 81,25%. Embora tenha apresentado um resultado melhor que outras preparações, ainda está abaixo do preconizado para ser considerada de boa aceitabilidade. Estudo conduzido por Nascimento et al. (2016) em três escolas da rede municipal de ensino no município de Itapetinga – BA com alunos do ensino fundamental também encontraram índice de aceitabilidade inferior a 85%. Entre as preparações avaliadas, destaca-se a sopa, que apresentou o menor índice de aceitação em uma das escolas, onde os alunos alegaram que a refeição estava pouco temperada e muito quente.

As preparações C e F obtiveram os melhores índices de avaliação, com 86,96% e

87,58% de aceitabilidade, respectivamente. A preparação C apresentou um percentual de 28,99% para “gostei” da preparação e 57,97% para “adorei”. De acordo com os resultados sobre a aceitabilidade da preparação F, 30,12% dos escolares gostaram e 57,45% adoraram, apresentando uma boa aceitação. A preparação C, apresentada na forma de risoto teve resultados que corroboram com o estudo conduzido por Oliveira e Vassimon (2012) sobre a aceitação da alimentação escolar, em que preparações como o risoto de frango está entre as que possui aceitação maior do que 85%, embora este resultado seja divergente do encontrado no estudo de Queiroz e Oliveira (2016) sobre a aceitabilidade da merenda escolar entre os escolares do ensino fundamental de uma escola do município de Guararapes-SP. Neste estudo, preparações com carne de galinha apresentaram índices de aceitabilidade de 84,32% e 73,08% nos turnos matutino e vespertino, respectivamente, apresentando desta forma baixa aceitabilidade. Essa diferença na aceitação entre ambos os estudos pode ser atribuída ao modo de preparo, aos ingredientes utilizados e aos hábitos alimentares dos escolares, uma vez que os estudos foram desenvolvidos em regiões diferentes.

No que se refere à preparação D, o índice de aceitabilidade encontrado foi de 69,29%, revelando também uma baixa aceitação entre os escolares. De modo semelhante, Moura et al. (2018) em estudo sobre análise e perspectivas da alimentação em três escolas de ensino público em Benjamin Constant – AM constataram que a preparação baião de dois e carne bovina não foi bem aceita pelos alunos em uma das escolas, visto que a refeição apresentou índice de aceitabilidade inferior a 85%.

Quanto à preparação E, esta apresentou um índice de aceitabilidade de 74,5%, indicando baixa aceitação pelos alunos. Resultados semelhantes foram observados no estudo de Souza et al. (2018) ao quantificar o desperdício de alimentos em Centros de Educação Infantil de Maceió/AL. Neste estudo, a preparação risoto de frango apresentou índice de resto-ingestão de 21,04%, sendo superior ao máximo recomendado de 10% estabelecido pelo FNDE para o método de resto-ingestão. Embora, os estudos apresentem metodologias e públicos diferentes, em ambos foi observada baixa aceitação para a mesma preparação.

Vale ressaltar, que a divergência na aceitação das preparações risoto de frango (C e E) encontradas no presente estudo, pode estar associada à diferença nos gêneros da agricultura familiar e as preferências alimentares dos alunos, visto que cada preparação foi avaliada pelo teste de aceitabilidade em escolas diferentes.

Considerando-se os resultados de aceitação da preparação G, 32,81% e 37,94% dos escolares marcaram as opções gostei e adorei, respectivamente. Dessa forma, a preparação apresentou uma baixa aceitação, visto que seu índice de aceitabilidade foi de 70,75%. Corroborando com este achado, Valeriani (2011), ao avaliar a aceitabilidade das preparações servidas em 51 unidades de ensino do estado de Goiás, verificou baixa aceitação para a preparação sopa de macarrão com legumes e carne, cujos índices de

aceitabilidade variaram de 80% a 81% na mesma escola, porém em turnos diferentes.

Quanto às preparações H e I, estas apresentaram aceitabilidade bastante semelhante de 66,55% e 66,15%, respectivamente, demonstrando uma baixa aceitação pelos alunos. Corroborando com este resultado, Moura et al. (2018) verificaram em uma das escolas de Benjamin Constant – AM que a preparação arroz e carne moída obteve o menor índice de aceitação (36%), sendo esse valor indicativo de que a refeição foi rejeitada pelos alunos. Alves et al. (2015) em estudo sobre a aceitabilidade da merenda escolar oferecida na rede municipal de ensino da cidade de Maringá – PR verificaram que a refeição arroz, feijão, carne ao molho com repolho e cenoura apresentou aceitação de 92,4%. Esses resultados divergentes podem ser atribuídos à diferença nas preferências alimentares dos alunos ou rejeição dos gêneros alimentícios da agricultura familiar por parte dos alunos do presente estudo.

Assim, a média da aceitabilidade das preparações servidas nas escolas públicas de ensino fundamental do município de São Luís – MA foi de 73,34%, ficando abaixo do índice de aceitabilidade recomendado pelo FNDE. Em estudo conduzido por Monteiro (2016) sobre a aceitabilidade da alimentação escolar em uma escola da rede municipal de ensino no estado de Mato Grosso, a média de aceitabilidade das preparações ofertadas foi de 87%, de forma que apenas uma preparação apresentou aceitabilidade inferior ao preconizado pelo programa, divergindo do presente estudo em que a média de aceitabilidade foi inferior a 85%, com apenas duas preparações apresentando índices superiores a esse valor.

Em estudo sobre o impacto da merenda escolar regionalizada, Baeza (2014) comparou a aceitação dos cardápios, antes e após intervenção, em duas escolas municipais de Manaus/AM, em que o cardápio foi regionalizado através da utilização prioritária de gêneros da produção local provenientes da agricultura familiar. Quando comparados os testes de aceitação dos cardápios entre as escolas A e B, antes da intervenção, foi observado que não houve diferença significativa de aceitação pelos alunos. Entretanto, após implementação da merenda regionalizada na escola B, a proporção de respostas gostei (7,04%) e adorei (84,98%) no teste de aceitação foi maior em comparação com os testes da merenda não regionalizada.

De modo diferente, embora todas as preparações avaliadas no atual estudo tenham gêneros provenientes da agricultura familiar, a observância de índices de aceitabilidade inferiores ao preconizado indica que ter a disponibilidade destes alimentos no cardápio não foi suficiente para que a alimentação escolar tenha sido consumida satisfatoriamente pelos alunos. Silva et al. (2013), ao analisarem o Programa Nacional de Alimentação Escolar sobre a ótica dos alunos atendidos na rede estadual de ensino de Minas Gerais, verificaram conforme relatos dos alunos participantes de atividades de Educação Alimentar e Nutricional (EAN), que estes apresentaram aceitação 1,87 vezes maior da alimentação escolar.

Para Peixinho et al. (2011), a aquisição de alimentos da agricultura familiar traz

benefícios para o município e para a alimentação escolar. No âmbito local, promove o desenvolvimento econômico devido a grande capacidade de compras do PNAE, que representa um mercado volumoso e estável para os agricultores familiares. Em contrapartida, a alimentação escolar poderá contar com a oferta de produtos diversificados, frescos e saudáveis provenientes da agricultura familiar.

De acordo com a legislação, a aquisição de gêneros alimentícios provenientes da agricultura familiar ou empreendedores familiares rurais ou suas organizações será realizada especificamente por meio de chamada pública. Dessa forma, os preços de aquisição são definidos pela entidade executora, com base na realização de pesquisa de mercado e deverão constar na chamada pública, pois serão os preços pagos ao agricultor familiar pela venda do gênero alimentício (BRASIL, 2013).

Vale ressaltar, que, no município de São Luís é previsto nos editais de chamada pública a realização de teste sensorial de amostra como pré-requisito para aquisição dos gêneros alimentícios da agricultura familiar, garantindo assim a qualidade dos produtos a serem fornecidos para a alimentação escolar da rede pública de ensino. O teste aplicado é chamado de “Teste Dentro-Fora” e segue metodologia recomendada pelo FNDE (BRASIL, 2017).

Apesar da inclusão de alimentos da agricultura familiar nos cardápios escolares, em todas as preparações avaliadas foi observado ausência de frutas. No estudo de Silva et al. (2013), 58,4% dos alunos entrevistados referiram que as frutas não fazem parte do cardápio escolar e, entre as sugestões de melhoria da alimentação escolar, a inclusão de frutas no cardápio é que apresenta maior frequência (27%) de citação pelos alunos.

No presente estudo, das nove preparações avaliadas, somente duas preparações tiveram boa aceitação: o risoto de frango com ervilha mais feijão com vinagreira e a galinhada com abóbora mais suco de goiaba. Corroborando com os achados do atual estudo, Ribeiro e Lima (2018), ao estudarem a aceitabilidade da merenda escolar oferecida em três escolas municipais de Nova Cruz/RN, verificaram que das cinco refeições/lanches contidas no cardápio semanal oferecido pelas escolas, apenas duas tiveram um percentual de aceitação superior a 85% conforme o estabelecido pelo PNAE.

Segundo Rocha et al. (2018), são necessários algumas medidas para garantir maior aceitação da alimentação escolar. Entre estas, destacam-se à implementação de ações de educação alimentar e nutricional desenvolvida com a participação da comunidade escolar e a garantia de recursos humanos capacitados para o preparo das refeições.

## 4 | CONCLUSÃO

Conforme o índice de aceitabilidade da alimentação escolar apenas duas preparações avaliadas obtiveram boa aceitação pelos escolares: o risoto de frango com ervilha mais feijão com vinagreira e a galinhada com abóbora mais suco de goiaba. Todas

as demais preparações mostraram baixa aceitação, com índice de aceitabilidade inferior ao preconizado pelo FNDE.

## REFERÊNCIAS

ALVES, E.; MARQUES, A. G.; BENNEMANN, R. M. Avaliação da composição nutricional e da aceitabilidade da merenda oferecida na rede municipal de ensino da cidade de Maringá – PR.

**Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.11, n.22; p.3195-3208, 2015.

BAEZA, V. F. **Impacto da merenda regionalizada no desempenho escolar em alunos de duas escolas da rede municipal de Manaus/AM**. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal do Amazonas, 2014.

BRASIL. Conselho Federal de Nutricionistas. **Resolução CFN Nº 465, de 23 de agosto de 2010**.

Dispõe sobre as atribuições do Nutricionista, estabelece parâmetros numéricos mínimos de referência no âmbito do Programa de Alimentação Escolar (PAE) e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/resolucoes/Res\\_465\\_2010.htm](http://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/resolucoes/Res_465_2010.htm)>. Acesso em: 30 jul. 2019.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 11947, de 16 de junho de 2009**. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/11947.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/11947.htm)>. Acesso em: 18 mai. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). **Cartilha Nacional da Alimentação Escolar**. 2. ed. Brasília: PNAE, 2015.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Manual para aplicação dos testes de aceitabilidade no Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)**. 2. ed. Brasília: Ministério da Educação, 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Conselho Deliberativo. **Resolução nº 26, de 17 de junho de 2013**. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE. Disponível em: <<https://www.fnde.gov.br/index.php/aceso-a-informacao/institucional/legislacao/item/4620-resolu%C3%A7%C3%A3o-cd-fnde-n%C2%BA-26,-de-17-de-junho-de-2013>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

MONTEIRO, J. K. G. **Avaliação da aceitabilidade e do desperdício das preparações destinadas à alimentação escolar em uma escola de uma rede municipal de ensino no estado de Mato Grosso**. TCC (graduação em Nutrição) – Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Nutrição, Cuiabá, 2016.

MOURA, A. C. S. et al. Análise e perspectivas da alimentação em três escolas de ensino público em Benjamin Constant - AM, Brasil. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v.5, n.3, p.107-121, 2018.

NASCIMENTO, M. C. P. S. et al. Avaliação da adesão e aceitabilidade dos cardápios do Programa de Alimentação Escolar em escolas municipais de Itapetinga – BA: indicadores de desperdício de alimentos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v. 20, n. 1, p. 73-85, 2016.

OLIVEIRA, M. C.; VASSIMON, H. S. Programa Nacional de Alimentação Escolar e sua aceitação pelos alunos: uma revisão sistemática. **Investigação**, v.12, p.4-10, 2012.

PEIXINHO, A. et al. Alimentação Escolar no Brasil e nos Estados Unidos. **O Mundo da Saúde**, v.35, n. 3, p.128-136, 2011.

QUEIROZ, G. S.; OLIVEIRA, T. Z. **Aceitabilidade da merenda escolar oferecida em uma escola municipal**. TCC (graduação em Nutrição) – Centro Universitário Toledo, Araçatuba, 2016.

RAPHAELLI, C. O. et al. Adesão e aceitabilidade de cardápios da alimentação escolar do ensino fundamental de escolas de zona rural. **Braz. J. Food Techno.**, v. 20, e2016112, p.1-9, 2017.

RIBEIRO, M. G.; LIMA, O. J. A. Alimentação escolar: aceitabilidade da merenda oferecida nas escolas municipais de nova cruz/RN. **Carpe Diem: Revista Cultural e Científica do UNIFACEX**, v.16, n.2, p.18-37, 2018.

ROCHA, N. P. et al. **Análise do programa nacional de alimentação escolar no município de Viçosa, MG, Brasil**. Rev. Saúde Pública, v.52, n.16, p.1-10, 2018.

SILVA, C. A. M. et al. O Programa Nacional de Alimentação Escolar sob a ótica dos alunos da rede estadual de ensino de Minas Gerais, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.18, n.4, p.963-969, 2013.

SOUZA, C. A. N. et al. Adequação nutricional e desperdício de alimentos em Centros de Educação Infantil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.23, n.12, p.4177-4188, 2018.

VALERIANI, T. S. M. **A gestão escolarizada do Programa de Alimentação Escolar no Estado de Goiás**. 125f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2011.

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

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 06/05/2020

### Gisele Teixeira de Souza Sora

Fundação Universidade Federal de Rondônia,  
Departamento de Engenharia de Alimentos,  
Ariquemes – Rondônia.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0224689790825680>

### Daniely Aparecida Roas Ribeiro

Fundação Universidade Federal de Rondônia,  
Departamento de Engenharia de Alimentos,  
Ariquemes – Rondônia.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6915632654734137>

### Geovanna Lemos Lima

Fundação Universidade Federal de Rondônia,  
Departamento de Engenharia de Alimentos,  
Ariquemes – Rondônia.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5899754663262299x>

### Daniela de Araújo Sampaio

Fundação Universidade Federal de Rondônia,  
Departamento de Engenharia de Alimentos,  
Ariquemes – Rondônia.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3077711659805726>

**RESUMO:** O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é um peixe amazônico muito cultivado e consumido na região Norte do Brasil, possui um alto valor nutricional. Os resíduos gerados no processamento do peixe (cabeça, vísceras, nadadeira, cauda, coluna vertebral, escamas e restos de carne) podem representar

50% da matéria-prima utilizada. Nesse estudo elaborou-se uma farinha dos resíduos e subprodutos gerados no processamento do peixe, a qual foi obtida pela cocção dos resíduos, mediante o emprego de vapor, que posteriormente foram prensados, dessecados e triturados. A elaboração da farinha de resíduos de Tambaqui visa melhorar o destino das aparas e oferecer um novo produto com alto valor nutricional. Foram realizadas análises microbiológicas para verificação da qualidade e estabilidade microbiológica do produto e o teor de umidade foi analisado corroborar com a determinação vida útil da farinha. Determinou-se que a farinha de resíduos é um produto microbiologicamente estável, ou seja, nenhum microrganismo se desenvolveu durante a avaliação e apresentou boa estabilidade comercial ao longo dos 150 dias avaliados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Peixe amazônico; farinha; subproduto; estabilidade comercial

### MICROBIOLOGICAL EVALUATION AND DETERMINATION OF SHELF LIFE OF FLOUR OBTAINED FROM TAMBAQUI WASTE (*COLOSSOMA MACROPOMUM*)

**ABSTRACT:** The tambaqui (*Colossoma macropomum*) is an Amazonian fish widely cultivated and consumed in the northern region of Brazil, it has a high nutritional value. The residues generated in the processing of the fish (head, viscera, fin, tail, spine, scales and remains of meat) can represent 50% of the feedstock used. In this study, a flour was prepared from the residues and by-products generated in the processing of the fish, which was obtained by

cooking the residues, using steam, which were later pressed, desiccated and crushed. The elaboration of the Tambaqui waste flour aims to improve the destination of the shavings and offer a new product with high nutritional value. Were carried Microbiological analyzes out to check the quality and microbiological stability of the product and the moisture content was analyzed to corroborate with the determination of the flour's useful life. It was determined that the flour made from waste is a microbiologically stable product, that is, no microorganisms developed during the evaluation and showed good commercial stability over the 150 days evaluated.

**KEYWORDS:** Amazonian fish; flour; byproduct; commercial stability.

## 1 | INTRODUÇÃO

O peixe possui alto teor proteico, baixo teor de gorduras saturada, excelente digestibilidade, elevada concentração de ácidos graxos poliinsaturados das séries ômega 3 e ômega 6 e grandes quantidades de nutrientes. É também fonte de minerais importantes como o magnésio, manganês, zinco, cobre, dentre outros (VIANA, 2012).

A carne do tambaqui, em especial apresenta excelente sabor e suculência, devido à presença de altos teores de lipídios em sua composição (FOGAÇA et al., 2014).

É um alimento que atende as necessidades dos consumidores de várias maneiras sendo algumas delas: aspectos nutricionais, sensoriais, facilidade no manuseio, bem como aspectos econômicos, dentre outros (FERREIRA, 2002).

O Tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier) é o peixe nativo mais cultivado no Brasil, em especial na Amazônia e em 24 dos 27 estados, os peixes nativos representam 43,7% da produção brasileira (302.235 toneladas) (SANTOS et al., 2013; PEIXEBR, 2018).

A sua facilidade de produção de alevinos e o rápido crescimento fizeram do Tambaqui um peixe popular da piscicultura brasileira. Seu maior cultivo está localizado nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, onde o clima destas regiões é mais favorável para a sua reprodução, tais regiões desfrutaram de boa aceitação no mercado por parte dos consumidores (KUBITZA e CAMPOS 2006).

O Pescado é a proteína de origem animal mais produzida no planeta (OCDE-FAO 2017). A Piscicultura brasileira cresceu 8% em 2017, terminando o ano com a produção de 691.700 toneladas de peixes cultivados (PEIXEBR, 2018).

Os consumidores brasileiros, segundo pesquisa do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), estão consumindo muito mais peixes. Em 2017 o consumo teve um crescimento de 8%, considerando uma faixa de 9,5 kg/ hab/ano a expectativa é que Piscicultura mantenha a rota de crescimento em 2018 (MPA, 2014; PEIXEBR, 2018). Devido ao aumento de comercialização e consumo vem crescendo a filetagem e cortes especiais assim como a produção de resíduos.

Os resíduos gerados no processamento do peixe (cabeça, vísceras, nadadeira, cauda, coluna vertebral, barbatana, escamas e restos de carne) representam de 15 - 50%

da matéria-prima utilizada, variando conforme as espécies e o processamento (NUNES, 2002; PESSATTI, 2001; PEIXEBR, 2018).

As aparas são obtidas na retirada de retalhos do filé em etapa do processamento denominada “toilet”, onde são retirados as aparas e espinhos próximos à linha lateral, com o intuito de padronizar os tamanhos e retirar as imperfeições (VIDOTTI, 2011).

Kubitza e Campos (2006) e Vidotti (2011) classificam os resíduos sólidos, produzidos pela indústria pesqueira, como adequados para consumo humano, sendo a carcaça com carne aderida depois de retirada do filé contendo resíduos de carne da filetagem que é submetida a processos para a obtenção de polpa de peixe, principal ingrediente na fabricação de empanados e embutidos e os destinados a produção vegetal/animal, sendo vísceras, escamas e o esqueleto, os quais são matérias - primas da fabricação das farinhas, silagens e óleos de peixe, comumente empregado na alimentação animal.

A Farinha do pescado define-se como subproduto obtido pela cocção de pescado ou de seus resíduos mediante o emprego de vapor, convenientemente prensado, dessecado e triturado, produto com elevado teor proteico que resiste quase por completo a alterações químicas e/ou biológicas que ocorrem no produto in natura (FERNANDES, 2009).

A Farinha obtida a partir dos resíduos do peixe direcionada para o consumo humano foi proposta mediante as justificativas de que há descartes comestíveis da industrialização e que, se bem manejados, mantém a qualidade da carne, consistindo em cerca de 70% de fonte proteica (MINOZZO, 2010).

As características microbiológicas estão relacionadas à sua qualidade e segurança. Os microrganismos de importância são leveduras, fungos filamentosos e bactérias patogênicas. Estes estão envolvidos em atividades de deterioração, produção de enzimas, toxinas, conversão metabólica e inibição de microrganismos competidores (DA SILVA et al., 2001).

O peixe é o alimento de origem animal mais susceptível ao processo de deterioração devido, ao pH próximo a neutralidade, à riqueza em lipídios poli-insaturados e à ação proteolítica de enzimas naturalmente presentes no pescado e a atividade microbiana. (CURCHO, 2009). Outro fator envolvido na rápida decomposição do pescado é o de que as estruturas do tecido muscular e conjuntivo são demasiadamente frouxas, tornando-se facilmente permeável aos microrganismos deteriorantes e patogênicos (BARROS, 2003).

A estabilidade ou vida-de-prateleira de um alimento é definida como o período de tempo em que o mesmo pode ser conservado sob determinadas condições de temperatura, umidade, luz, etc., sofrendo pequenas alterações, que são consideradas aceitáveis pelo fabricante, pelo consumidor e pela legislação alimentar vigente (NETO et al, 1991).

O estudo para obtenção de novos produtos de origem de resíduos do peixe é de grande importância para as indústrias de pescados, como fonte alternativa para esses descartes. A avaliação da vida de prateleira, em especial a estabilidade microbiológica, é importante para garantir um produto de qualidade estável microbiologicamente, por um

determinado período de validade. Além disso, as indústrias poderão utilizar a farinha para elaboração e incorporação de novos produtos, obtendo produtos com alto valor biológico, devido à grande presença dos nutrientes do peixe na farinha.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

Para a elaboração da farinha utilizou-se aparas do filé (espinhos em y) de tambaqui (*Colossoma Macropomum*) as quais foram obtidas em uma peixaria localizada no município Ariquemes, no estado de Rondônia.

Na avaliação do produto foram utilizadas as vidrarias necessárias para análises microbiológicas e os reagentes químicos para a inoculação foram: água peptonada, ágar VRB – violet red bile agar, caldo *Escherichia coli* (EC) ágar sabouraud, ágar baird parker, ágar salmonella/shigella, hidróxido de sódio, cloreto de magnésio, nitrato de magnésio, cloreto de sódio, sulfato de potássio e álcool etílico.

Os acessórios e equipamentos utilizados foram: moedor elétrico para carnes, liquidificador, estufa bacteriológica, estufa de secagem, bico de bunsen e termo-higrômetro.

### 2.2 Métodos

#### 2.2.1 Obtenção da farinha de resíduos de Tambaqui

Os resíduos de peixe utilizados na elaboração da farinha foram armazenados em caixa térmica, com gelo em escama na proporção 1:1 (peixe:gelo) e transportados ao Laboratório de Engenharia de Alimentos da Fundação Universidade Federal de Rondônia, lavados com água clorada (5 ppm) para higienização, pesados, embalados em sacos de polietileno, etiquetados e congelados.

No processo de obtenção da farinha de resíduos de tambaqui, as aparas do filé (espinhos em y) com ossos foram moídas em moedor elétrico para carnes. A massa obtida da moagem (carnes, ossos e gorduras) após pesada foi levada ao banho-maria em um recipiente de inox por 90 minutos, o tempo de cocção foi baseada no tempo necessário para liberação de líquidos e gorduras sobrenadantes.

Em seguida utilizou o método de prensagem em tecido para retirada de excesso de líquidos e gorduras. Logo após a massa seca foi espalhada uniformemente em recipiente de inox e levada ao forno (160°C) por três horas, homogeneizando-se a amostra a cada 30 minutos para secagem completa.

Após, a massa foi processada em liquidificador industrial, peneirada, e levada ao forno por dez minutos. Após o resfriamento pesou-se a farinha e embalou a vácuo em embalagem de polietileno transparente até o momento das análises.

### 2.2.2 Caracterização microbiológica da farinha

Conforme a RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (ANVISA 2001), avaliou-se a farinha obtida de aparas de Tambaqui quanto aos parâmetros: Coliformes totais a 35°C e coliformes termotolerantes a 45°C, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp, e analisou-se também a contagem total de bactérias aeróbias mesófilas, bolores e leveduras. Todas as análises microbiológicas foram realizadas conforme metodologias de Silva et al. 2010.

A avaliação de coliformes totais foi realizada por método de contagem em placas, pela técnica de plaqueamento por profundidade “pour plate”, teste presuntivo que determina as unidades formadoras de colônia (UFC) utilizando ágar VRB – violet red com incubação a 35° C por 24 h. Utilizou-se para confirmação de coliformes termotolerantes a metodologia de número mais provável (NMP) onde sugere-se a inoculação das colônias de coliformes totais em caldo *Escherichia coli* (EC) a 45 °C por 24 h.

A análise para determinação de *Estafilococos aureus* foi realizada pela técnica de espalhamento em superfície “spread plate” empregando 0,1 mL de cada diluição em placas de Petri contendo ágar Baird Parker adicionado de emulsão de gema de ovo a 50 % e solução de telurito de potássio, espalhamento com alça de Drigalsky e incubação a 35°C por 48 h. Colônias suspeitas foram isoladas em Agar Nutriente inclinado e submetidas aos testes de coagulase.

Para isolamento de *Salmonella* spp a análise foi realizada pelo método de estria simples, 25 g de amostra de farinha foram inoculadas em 225 mL de água peptonada a 1% tamponada, após inoculação foram incubadas à 35°C, por 24 horas. A partir do caldo de enriquecimento foram feitas estrias com o auxílio de alça de platina em placas contendo ágar *Salmonella*-shigella (S-S) e incubadas a 35°C por 24 horas. As colônias típicas foram submetidas aos testes bioquímicos tríplice-açúcar-ferro (TSI), ágar Lisina-Ferro, ágar citrato de Simmons.

Para a contagem de bolores e leveduras utilizou-se a técnica “spread plate”, onde 0,1 ml de cada diluição foram espalhadas com auxílio de alça de Drigalsky na superfície de placas de Petri contendo ágar Sabouraud, seguido de incubação a 25 °C por 5 dias.

### 2.2.3 Determinação da vida de prateleira

Conforme Dos Santos (2008), com algumas adaptações, para avaliação da estabilidade da farinha de resíduos de peixe foram considerados os parâmetros: umidade e avaliação microbiológica. As análises foram realizadas a cada 15 dias, sendo a última análise em 150 dias de armazenamento. Os produtos foram mantidos em local com umidade e temperatura ambiente (média de 60%±2 e a temperatura 25°C ±0,98) durante todo o período de avaliação.

O controle da umidade e da temperatura durante o armazenamento foi realizado com auxílio de um termo-higrômetro digital. Para a representação do tempo zero de avaliação,

foram separadas amostras logo após o processo de embalagem.

A umidade relativa foi realizada pelo método gravimétrico que se fundamenta na secagem do material em estufa à 105°C até o peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Desenvolvimento da Farinha

O peso inicial de aparas utilizado no processo foi de 1000g. Após o processamento obteve-se 251g de farinha de resíduo de tambaqui, ou seja, um rendimento de 25%, bom rendimento considerando o alto teor de umidade das aparas (60% - 85%) e a baixa umidade do produto final (1,64%).

O Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal determina que o pescado seco íntegro não deva conter mais do que 12% de umidade, pois um teor de umidade elevado propicia uma rápida deterioração, contudo, o produto elaborado está com teor de umidade recomendado e com isso não há risco de ter suas características sensoriais e nutritivas afetadas (BRASIL, 1997).

### 3.2 Caracterização microbiológica da farinha

Segundo a Resolução RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001 para pescado in natura os seguintes padrões microbiológicos são necessários para assim fornecer alimentos seguros sob o ponto de vista microbiológico: contagem máxima de 10<sup>3</sup> UFC g<sup>-1</sup> para coliformes totais (35°C); contagem máxima 10<sup>2</sup> UFC g<sup>-1</sup> para coliformes termotolerantes (45°C); ausência de estafilococos coagulase positiva e ausência de *Salmonella* spp. em 25g de produto (ANVISA, 2001).

Os resultados encontrados das análises microbiológica da farinha de aparas de Tambaqui estão representados na Tabela 1.

Tempo (dias)	Coliformes a 35°C (UFC.g-1)	Coliformes a 45°C (UFC.g-1)	Estafilococos CP (UFC.g-1)	<i>Salmonella</i> spp (25g)	Bolores e Leveduras (UFC.g-1)
0 dias	<10 <sup>1</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>1</sup>	Ausência	<10 <sup>1</sup>
20 dias	<10 <sup>1</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>1</sup>	Ausência	<10 <sup>1</sup>
40 dias	<10 <sup>1</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>1</sup>	Ausência	<10 <sup>1</sup>
60 dias	<10 <sup>1</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>1</sup>	Ausência	<10 <sup>1</sup>
80 dias	<10 <sup>1</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>1</sup>	Ausência	<10 <sup>1</sup>
150 dias	<10 <sup>1</sup>	<10 <sup>2</sup>	<10 <sup>1</sup>	Ausência	<10 <sup>1</sup>

Tabela 1 – Avaliações microbiológicas da farinha desenvolvida a partir de resíduos de tambaqui durante o armazenamento.

Os coliformes totais e/ou termotolerantes são indicadores das condições higiênicas da matéria prima e processamento do alimento, pois, sua pesquisa é a melhor indicação da eventual presença de enteropatógenos. A ausência desses microrganismos na farinha elaborada com aparas de Tambaqui garante que o produto foi elaborado sobre excelentes condições de higiene (SILVA et al., 2010; LANDGRAF, 1996).

A intoxicação alimentar por estafilococos é causada pela ingestão de alimentos contaminados pelas suas toxinas. A contagem de *Stafilococcus* Coagulase Positiva da farinha atendeu a legislação, pois apresentou ausência durante todo tempo de avaliação do produto (ANVISA, 2001).

De acordo com a legislação vigente (ANVISA, 2001), a pesquisa para *Salmonella spp.* é feita de forma qualitativa, sendo o resultado deverá ser expresso como presença ou ausência.

A presença desse microrganismo torna o alimento impróprio para o consumo humano, sabe-se que o pescado não é o principal transmissor da salmonella, porém a avaliação desse microrganismo se faz necessária, pois determina as condições higiênicas no processamento de subprodutos de origem animal (VAZ, 2005).

Observou-se a ausência da *Salmonella spp* durante o período de análise da farinha, Stevanato (2006) apresentou o mesmo resultado em seu estudo da farinha de resíduos de tilápia (*Oreochromis niloticus*), assim como Leitão (2015) para farinha da pele do tambaqui (*Colossoma macropomum*).

A legislação não apresenta parâmetros para bolores e leveduras no pescado “in natura” ou em seus subprodutos, mas a presença desses microrganismos indica manipulação inadequada do pescado, no processamento, podendo-se tornar-se um perigo à saúde dos consumidores devido a possível produção de micotoxinas dos bolores (VAZ, 2005; BORDIGNON et al., 2010). Não foram detectadas presença de bolores e leveduras na farinha de aparas de Tambaqui, Vaz et al. (2002) apresentaram valores de  $6,0 \times 10^3$  para bolores e leveduras em seus estudos de subprodutos a partir de aparas do file de tilápia (*Oreochromis niloticus*).

A farinha desenvolvida a partir de resíduos de peixe (*Colossoma macropomum*) está de acordo com os critérios microbiológicos exigidos pela legislação, ou seja, é um produto seguro, em relação aos critérios microbiológicos, pois é um produto com ausência de contaminantes que causam risco a saúde. A aprovação ou rejeição de um produto está relacionada com a qualidade microbiológica que determinado produto oferece (FERNANDES, 2009; ANVISA, 2001).

Além das boas condições higiênicas de elaboração do produto, sugere-se que a estabilidade microbiológica da farinha, durante todo seu período de estocagem e avaliação, está relacionada com o tratamento ao quais as aparas foram submetidas no processamento da farinha, as temperaturas de cocção e secagem empregadas para obtenção da farinha estão acima das temperaturas toleradas pela maioria dos microrganismos (acima de 90°C)

(SILVA et al., 2010) e também pela farinha ter sido acondicionada de maneira que não se permitisse contaminação posterior ao seu processo.

### 3.3 Variação da Umidade

Os baixos valores (Figura 1) de umidade obtidos pelo controle de secagem no processamento da farinha influenciam diretamente na estabilidade do produto, bem como na sua aceitação para comercialização (COSTA et al. 2008).

Na Figura 1 pode ser observado o desvio padrão da análise estatística para os valores de umidade da farinha e do ambiente.

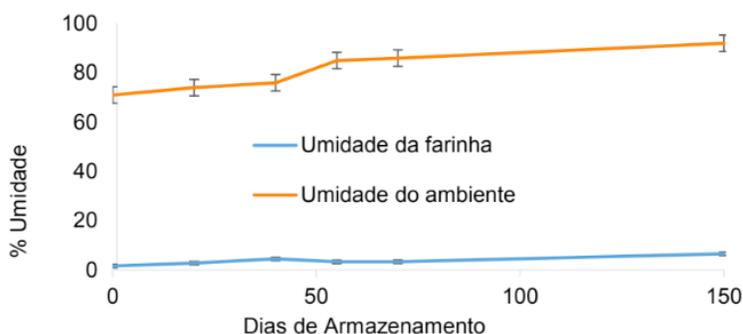


Figura 1 - Gráfico sobre o monitoramento da umidade do ambiente e da umidade da farinha ao longo do armazenamento após a produção.

No dia um da elaboração da farinha, obteve-se a umidade de 1,64%, desde então a umidade foi aumentando gradativamente, com vinte dias da produção da farinha, a mesma apresentou um percentual de 2,84% de umidade e após 150 dias de avaliação a farinha apresentou o valor de 6,22%.

O valor apresentado para o dia 40 foi 4,52% é superior ao encontrado na análise do dia 60 de 3,34%, pode-se atribuir essa variação com a troca de umidade do ambiente, que foi controlada com um termo higrômetro, a umidade do ambiente sofreu grandes alterações (Figura 1) devido ao início do tempo das chuvas em Rondônia.

Pode-se também atribuir a variação de umidade durante o armazenamento ao acondicionamento em embalagem plástica de polietileno, favorecendo a troca de umidade entre farinha e ambiente.

Porém, notou-se que a embalagem utilizada garantiu uma estabilidade em relação da umidade da farinha, que pode ser atribuída à baixa permeabilidade à umidade das embalagens utilizadas, pois houve pouca variação, mantendo o produto ainda nos padrões exigidos pela legislação, pois, durante toda a pesquisa os resultados atenderam ao preconizado pela RDC nº 263 para farinhas, na qual a umidade máxima aceitável é de 15%

(BRASIL, 2005).

É possível estabelecer uma relação entre o aumento gradativo da umidade da farinha com o aumento gradativo da umidade do ambiente, determinado pelo termo higrômetro, onde o mesmo variou de 72 - 90% (Figura 1).

Na legislação brasileira atual não há parâmetros estabelecidos para farinha de peixe destinada a consumo humano, mas, segundo o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, o pescado seco íntegro não deve conter mais do que 12% de umidade.

Mesmo com a pequena variação da umidade da farinha, o produto obteve valores satisfatórios quanto ao teor de umidade, favorecendo com isso uma vida de prateleira estável nos 150 dias avaliados, pois, o aumento da umidade não afetou estabilidade microbiológica da farinha.

Sarantópoulos e Oliveira (2001) atribuem que altos teores de umidade aumentam a atividade de água de um produto e consecutivamente propicia-se o desenvolvimento de bactérias, leveduras, bactérias halófilas e leveduras osmófilas, mas como o produto, mesmo após todo período de armazenamento, não apresentou nenhuma contaminação microbiológica, o pequeno aumento da umidade não afetou sua estabilidade.

A durabilidade de subprodutos, a partir dos resíduos do pescado, está diretamente relacionada à qualidade higiênica durante as etapas da linha de produção, desde a captura até a comercialização (PESSATTI et al., 2000), portanto, diante dos resultados encontrados a utilização de aparas de Tambaqui para elaboração de farinha, à ser utilizada como matéria prima, para elaboração de novos produtos, com excelente teor nutricional é altamente justificável, trazendo benefícios à saúde e também ao ambiente.

## 4 | CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que a farinha de aparas de tambaqui obteve boa estabilidade microbiológica comercial, mantendo-se com baixa umidade e consecutivamente sem contaminação microbiológica ao longo de 150 dias de armazenamento, o que indica também que foi desenvolvida e acondicionada sobre qualidade higiênica sanitária satisfatória.

A farinha desenvolvida a partir de resíduos pode ser utilizada como matéria prima de baixo custo, para elaboração de produtos alimentícios, agregando assim maior valor aos resíduos de pescado, contribuindo também com a sustentabilidade ambiental.

A elaboração e confirmação da estabilidade microbiológica desta farinha, durante o período de armazenamento avaliado, trazem benefícios desde as indústrias, as quais darão um melhor destino a seus resíduos, como ao consumidor final, pois tais avaliações realizadas garantirão um produto seguro, no ponto de vista microbiológico.

## REFERÊNCIAS

ANVISA-Agência Nacional de Vigilância Sanitária Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001.

**Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**, Brasília: Ministério da Saúde. 2001.

BARROS, G. C. Perda de qualidade do pescado, deterioração e putrefação. **Rev Cons Fed Med Vet**, v.30, p. 59-64. 2003.

BORDIGNON, A., DE SOUZA, B., BOHNENBERGER, L., HILBIG, C., FEIDEN, A., & BOSCOLO, W. Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em 'V' do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32 n.1, p.109-116. 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Seção II – Derivado do Pescado**, Artigo 66. 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. **Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, v. 142, n. 184, p. 368-369, 23 set. 2005. Seção 1.

COSTA, D. P. S., ROMANELLI, P. F., TRABUCO, E. Aproveitamento de vísceras não comestíveis de aves para elaboração de farinha de carne. **Ciênc. Tecnol. Aliment**. v. 28, n. 3, p. 746-752. 2008.

CURCHO, M. R. D. S. M. **Avaliação de micro e macroelementos, elementos tóxicos (Cd, Hg e Pb) e ácidos graxos, em peixes disponíveis comercialmente para consumo em Cananéia e Cubatão, Estado de São Paulo**. 2009. 224 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

DA SILVA, N., JUNQUEIRA, V.C.A., SILVEIRA, F.A. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. Livraria Varela, São Paulo, 2. ed., p.317, 2001.

DOS SANTOS, D. C. **Elaboração e avaliação da estabilidade da farinha de pescado tipo “piracuí” a partir de acari-bodó (*liposarcus pardalis, castelnau, 1855*)**. 2008. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

FERNANDES, T. M. **Aproveitamento dos Subprodutos da Indústria de Beneficiamento do Camarão na Produção de Farinha**. 2009. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

FERREIRA, M. W. **Boletim de Extensão Rural. Pescados processados: Maior vida de prateleira e maior valor agregado**. Universidade Federal de Lavras. Lavras: Minas Gerais. 2002. Disponível em: <<http://www.nucleoestudo.ufla.br/naqua/arquivos/Pescados%20processados.pdf>>. Acesso em: 16 de abril de 2019.

FOGAÇA, F.H. S., VIEIRA, S. G. A., ARAÚJO, T. D. S., SANTOS-FILHO, L. G. A., MAGALHÃES J. A., COSTA, N. L. Oxidação lipídica em filés de tambaqui (*Colossoma macropomum*) defumados com alecrim (*Rosmarinus officinalis*). **PUBVET**, Londrina, v.8, n. 10, ed. 259, Art. 1717. 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise dos alimentos**. 3.ed. São Paulo. 2005.

KUBITZA, F., CAMPOS, J. L. O aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescado. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.16, n. 94, p. 23-29. 2006.

LANDGRAF, M. **Microrganismos indicadores**. In: FRANCO, B. D. M. G., LANDGRAF, M. Microbiologia de Alimentos. São Paulo, Atheneu. c. 3, p. 27-32. 1996.

LEITÃO, B. R. G. D. S., FAVACHO, M. C. Elaboração e Avaliação Nutricional da Farinha da Pele do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e Utilização em Produtos. **Revista de educação, ciência e tecnologia do IFAM**, Manaus - Amazonas v 5. 2015.

MINOZZO, M. G. **Processamento e Conservação do Pescado**. Instituto Federal do Paraná. Curitiba, Paraná. 2010. Disponível em: < [http://proedu.ifce.edu.br/bitstream/handle/123456789/411/Processamento\\_e\\_Conservacao\\_do\\_Pescado.pdf?sequence=1](http://proedu.ifce.edu.br/bitstream/handle/123456789/411/Processamento_e_Conservacao_do_Pescado.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 16 de abril de 2019.

MPA. **Semana do Peixe populariza consumo de pescado no País**. 2014. Disponível <<http://www.mpa.gov.br/index.php/ultimas-noticias>>. Acesso em 21 de abril de 2019.

NETO, R. L., VITALI, A. A., QUAST, D. G., MORI, E. E. M. **Reações de transformação e vida de prateleira de alimentos processados**. Manual Técnico nº6. Campinas: ITAL, p. 65-83, 1991.

NUNES, S. B. **Estabelecimento de um plano de análise de perigo e pontos críticos de controle (APPCC) para Peixe- Sapo (*Lophius piscatorius*) eviscerado e congelado**. 2002. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de alimentos). UFSC, Florianópolis – Santa Catarina., 2002.

OECD/FAO (2017), OECD-FAO Agricultural Outlook 2017-2026, **OECD Publishing**, Paris, Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2017-en](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2017-en). Acesso em 26 de abril de 2018.

PEIXEBR - Associação Brasileira da Piscicultura. **Anuário PeixeBR da Piscicultura 2018**. São Paulo. Disponível em: [www.peixebr.com.br](http://www.peixebr.com.br). Acesso em 22 de abril de 2019.

PESSATTI, M. L. **Aproveitamento dos sub-produtos do pescado**. Itajaí: MAPA/UNIVALI. 130p. 2001.

PESSATTI, M.L., PEREIRA, K.C., STORI, F.T., BUSCHI, F.L.F. (2000) **Aproveitamento dos subprodutos do pescado**. Meta 11. Relatório final de ações prioritárias ao desenvolvimento da pesca e aquicultura no Sul do Brasil. Convênio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Universidade do Vale do Itajaí, MA/SARC, n.3, 2000.

SANTOS, E. F., TAVARES-DIAS, M., ANADIAS, D. P., NEVES, L. R., MARINHO, R. G. B., DIAS, M. K. R. Fauna parasitária de tambaqui *Colossoma macropomum* (*Characidae*) cultivado em tanque-rede no estado do Amapá, Amazônia oriental. **Acta Amaz.** v. 43, n.1, 2013.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, E. C. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 215 p., 2001.

SILVA, N., JUNQUEIRA, V. C. A., SILVEIRA, N. F. A., TANIWAKI, M. H., SANTOS, R. F. S., GOMES, R. A. R. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. São Paulo: Varela, 624 p., 2010.

STEVANATO, F. B. **Aproveitamento de cabeças de tilápias de cativeiro na forma de farinha como alimento para merenda escolar**. 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Estadual do Maringá, Maringá, Paraná. 2006.

VAZ, S. K., MINOZZO, M. G., MARTINS, C. V. B. Aspectos sanitários de pescados comercializados em Pesque-pagues de Toledo (PR). **Revista Higiene Alimentar**, v. 16, n. 98, p. 51-56, 2002.

VAZ, S. K. **Elaboração e caracterização de linguíça fresca tipo toscana de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. 2005. 113 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2005.

VIANA, Z. C. V.; SILVA, E. DA; FERNANDES, G. B.; KORN, M. G. A.; SANTOS, V. L. C. S..Absorption study of chemical elements muscle in fish of the coast Bahia. **Ciências Médicas e Biológicas**, v. 11, n. 1, p. 27- 34, 2012.

VIDOTTI, ROSE M. **Tecnologia para o aproveitamento integral de peixes. Curso técnica de manejo em piscicultura intensiva**. Macapá, outubro de 2011. Disponível. em: <[http://www.cpfap.embrapa.br/aquicultura/wpcontent/uploads/2011/10/apresentacao\\_rose.vidotti\\_tecnologias-para-o-aproveitamentointegral-de-peixes.pdf](http://www.cpfap.embrapa.br/aquicultura/wpcontent/uploads/2011/10/apresentacao_rose.vidotti_tecnologias-para-o-aproveitamentointegral-de-peixes.pdf)>. Acesso em: 20 de abril de 2019.

# CAPÍTULO 4

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

Data de aceite: 01/07/2020

**Marco Antônio Pereira da Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano  
Rio Verde - Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/9580158651519908>

**Amanda Barbosa de Faria**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano  
Rio Verde - Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/2875140854963493>

**Priscila Paula de Faria**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano  
Rio Verde - Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/5793568320023447>

**Shaiene de Sousa Costa**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano  
Rio Verde - Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/3679357972847245>

**Lauro Ricardo Walker Gomes**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano  
Rio Verde - Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/9949737523734763>

**Iaquine Maria Castilho Bezerra**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano  
Rio Verde - Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/0756982250959791>

**Jéssica Silva Medeiros**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano  
Rio Verde - Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/1436387098025374>

**RESUMO:** O limão siciliano, *Citruslimon* é uma fruta da família Rutaceaea, originária da região sudeste da Ásia. Ele é caracterizado por fruto de maior tamanho e mais alongado, quando comparado a outros limões e limeiras ácidas, ele contém duas extremidades proeminentes, coloração amarela, casca grossa, abundante e levemente rugosa, destinada à fabricação do óleo essencial (OE) de limão, de pectina e de farinha, além do uso doméstico e culinário. De acordo com a importância de resíduos de frutas a pesquisa teve por objetivo avaliar as características físicas e químicas de limão siciliano e da casca em três estádios de maturação: maduro, maduro/verde e verde. Foram realizadas análises para avaliação do índice de maturação na polpa e na casca do fruto, como ph, sólidos solúveis totais e acidez total titulável, e foram determinados os teores de vitamina C e capacidade antioxidante, além de cor, e características morfológicas como diâmetro, altura, peso, espessura da casca e relação altura/diâmetro, sendo os dados comparados para verificar as diferenças pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**PALAVRAS-CHAVE:** caracterização, maturação, casca de limão.

## PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF LEMON AT DIFFERENT RIPENING STAGES

**ABSTRACT:** The Sicilian lemon, *Citrus limon* is a fruit of the Rutaceae family, originating from Southeast Asia. It is characterized by a larger and more elongated size when compared to other lemons and limes, characterized by a bitter color, thick, abundant and slightly rough skin, intended for the manufacture of lemon, pectin and flour essential oil (OE) in addition to domestic and culinary use. According to the existence of negative health raw materials, such as the physical and chemical characteristics of Sicilian lemon and peel in three ripening stages: ripe, ripe / green and green. Analyzes were performed to evaluate the ripening index in the pulp and peel of the fruit, such as pH, soluble solids in total amount and titratable acidity, diameter, size, weight, height / diameter ratio, and the data were compared to verify as the Tukey test ( $p \leq 0.05$ ).

**KEYWORDS:** description, maturation, lemon peel.

### 1 | INTRODUÇÃO

O limão siciliano, *Citrus limon* é uma fruta da família Rutaceae, originária da região sudeste da Ásia (LORENZETE et al., 2014). A origem e taxonomia do limão ainda são bastante controversas, mas acredita-se que seu centro de origem seja a Índia. Sua entrada na Europa ocorreu no século XI através das Cruzadas e sua introdução no Continente americano ocorre com as grandes navegações, principalmente com a chegada de Cristóvão de Colombo às Américas em 1492 (PIO et al., 2005).

Um estudo realizado por Oliva et al (2017) avaliou o custo de produção e a lucratividade da cultura no Brasil e identificou uma lucratividade de 56,28%, considerando os meses de preços abaixo do custo ao longo do ano. Portanto o limão siciliano no Brasil possui um potencial comercial pouco explorado e, devemos aumentar estudos e cuidados pós-colheita para sua valorização de mercado.

O Brasil é hoje um dos principais produtores de frutas do mundo com produção estimada de 43,5 milhões de toneladas no ano de 2017, ficando atrás somente da Índia e China, sendo a maior parte produzida consumida pela população brasileira e pela indústria processadora (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2018).

O fruto limão siciliano caracteriza por fruto de maior tamanho e mais alongado, quando comparado a outros limões e limeiras ácidas, ele contém duas extremidades proeminentes, coloração amarela, casca grossa, abundante e levemente rugosa, destinada à fabricação do óleo essencial (OE) de limão, de pectina e de farinha, além do uso doméstico e culinário (Embrapa, 2003).

A casca do limão possui essências aromáticas, usadas em perfumaria e no preparo de licores e sabões suas folhas são tradicionalmente usadas na cultura popular no preparo de chás e águas de banhos; do suco dos frutos obtêm-se bebidas refrescantes, molhos com sabor acentuado, dentre outros. No nordeste brasileiro, especialmente na zona rural,

utiliza-se o sumo do limão na limpeza de carnes e para o preparo de saladas (MATOS, 2007).

O ponto ótimo de maturação de limão para a colheita é caracterizado sensorialmente pelas mudanças de cor da casca, formato, sabor, aroma e textura que proporcionam condições adequadas para o consumo de um fruto de qualidade (ALMEIDA, 2014).

A coloração é um indicador de maturação dos frutos para o mercado consumidor, portanto torna-se interessante avaliar as condições das propriedades químicas pós-colheita em frutos de diferentes períodos de maturação. Assim o presente estudo avaliou a coloração, a atividade antioxidante e a concentração de vitamina C em limões siciliano em três diferentes períodos de maturação, sendo eles: verde, intermediário (vulgo de vez) e maduro.

Objetivou-se avaliar as características físicas e químicas de limão siciliano em três estádios de maturação: maduro, maduro/verde e verde.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Coleta do material

Os limões sicilianos (*Citruslemon*) foram coletados no setor de Fruticultura no Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde em maio de 2019. Os frutos foram transportados para o Laboratório de Produtos de Origem Animal (LPOA), higienizados com água e detergente neutro. Em seguida foram sanitizados com água clorada na proporção de 10 mL de hipoclorito para 1L de água e enxaguados em água corrente.

Os limões utilizados no experimento foram cuidadosamente classificados com base no estágio de maturação (maduro, maduro/verde e verde) (Figura 1) e selecionadas 50 unidades de cada tratamento.



Figura 1–Diferentes estádios de maturação de limão siciliano maduro (A), maduro/verde (B) e verde (C).

## 2.2 Análises

Enumerou-se 50 frutos de cada estágio de maturação para realizar as análises morfológicas quanto a espessura, diâmetro e altura, as medidas foram aferidas com o auxílio de paquímetro digital da marca Western PRO®. Em seguida os frutos foram pesados, cortados e processados em processador marca - Kd eletro de 500 watts de potência e capacidade de 3545RPM (Rotações por Minuto) para analisar o rendimento que foi calculado através da relação massa do suco/massa do fruto e expresso em porcentagem (%). Foi calculado a relação altura x largura (A/L), que indica o formato alongado ou arredondado do fruto.

O teor de sólidos solúveis foi realizado dos sucos de limões através de leitura em refratômetro digital Modelo Atago N-1E e expresso em °Brix (AOAC, 1995). O pH foi determinado através de leitura direta no suco do fruto, utilizando potenciômetro da marca Akso AK90 calibrado com soluções tampões de pH 4,0 e pH 7,0 (AOAC, 1995). A acidez titulável foi determinada pela diluição de 1,0 g do suco de limão em 50,0 mL de água destilada, após a diluição, a amostra foi titulada com solução de hidróxido de sódio (NaOH, 0,1 N) recentemente padronizada, utilizando indicador fenolftaleína 1,0% para indicar o ponto de viragem de incolor para róseo claro. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico, segundo normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (AOAC, 2008). Foi calculada a relação de sólidos solúveis/acidez (ratio).

A análise de vitamina C foi realizada de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (2008) que se baseia na oxidação do ácido ascórbico pelo iodato de potássio. A atividade antioxidante do suco foi avaliada pela capacidade de sequestro do radical DPPH (*1,1-difenil-2-picril-hidrazila*).

As análises de cor foram determinadas em colorímetro (ColorFlex, EZ), os resultados foram expressos em L\*, a\* e b\*, em seguida os dados foram submetidos a equação matemática para determinação dos valores de Chroma e Hue de acordo com o descrito em Konica Minolta Sensing, (2007).

Os parâmetros morfológicos e físico-químicos de caracterização dos frutos foram analisados estatisticamente pela análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para se verificar diferenças significativas.

## 3 | RESULTADOS

Limões siciliano maduros tem maior luminosidade da casca que limões verdes (Tabela 1). Limões maduros apresentaram maior tendência vermelha e amarela, enquanto os verdes e maduros/verde ficaram com valores de verde e amarela. A cor externa define o valor comercial da fruta diretamente, enquanto a qualidade interna, como sabor de frutas e capacidade antioxidante, também afeta a aceitação e seleção do consumidor (ZHANG, 2019).

Variáveis	Estádios de maturação		
	Maduro	Maduro/verde	Verde
L*	76,85±0,42a	71,20±0,57b	56,50±0,58c
a*	10,70±1,03a	-5,63±0,29b	-9,67±0,21c
b*	65,33±0,97a	55,51±0,55b	40,47±0,65c
Chroma	66,73±1,06a	55,90±0,54b	41,66±0,64c
Hue	80,52±0,91a	-84,09±0,33c	-76,42±0,32b

Tabela 1 - Parâmetros instrumentais de cor (L\*, a\*, b\*, Chroma e Hue) de limões siciliano em diferentes estádios de maturação.

Letras minúsculas distintas na linha diferem entre si segundo teste de Tukey a 5,0 % de probabilidade.

Zhang (2019) em seu trabalho sobre a melhoria da cor dos frutos de limão com degradação do ethepon pós-colheita conclui que verde da casca se desvaneceu substancialmente e uma cor amarela característica que foi ocultada antes do tratamento de remoção de sujidade aparecer gradualmente. A cor da casca dos frutos degradados com ethephon tornou-se quase toda amarelada.

Os valores obtidos de L\*, a\* e b\* aumentaram conforme o amadurecimento do fruto, mesmo resultado obtido por Gao (2019) em seu trabalho sobre mudanças da cor da casca em laranjas umbigo. Verificou-se que houve diferença significativa nos parâmetros analisados dos frutos.

Os resultados do diâmetro desta pesquisa (Tabela 2) não diferiram do estudo de Ferreira et al. que variaram em torno de 61,0 mm a 74,0 mm quando analisados 14 genótipos de limões. Quanto ao tamanho do fruto, a altura variou entre 77,44 a 81,84 mm entre os frutos maduros a verdes, valores próximos aos encontrados por Ferreira et al. (70,6 a 11,16 mm).

Variáveis	Estádios de maturação		
	Maduro	Maduro/verde	Verde
Diâmetro (mm)	66,43±0,81b	71,82±0,69a	66,66±0,91b
Altura (mm)	77,44±1,07b	81,84±0,90a	79,81±0,97ab
Relação altura/diâmetro	1,17±0,013ab	1,14±0,013a	1,20±0,012b
Peso do fruto (g)	177,80±5,53b	213,26±5,43a	182,75±6,32a
Espessura casca (mm)	4,62±0,20a	4,74±0,14a	3,08±0,27b

Tabela 2 – Análises físicas da casca de limões siciliano em diferentes estádios de maturação.

Letras minúsculas distintas na linha diferem entre si segundo teste de Tukey a 5,0 % de probabilidade.

Quanto à relação altura/diâmetro, que indica o formato alongado ou arredondado do fruto, houve diferença significativa entre os limões maduro/verde e verde. Os limões maduros não diferiram significativamente de nenhum dos dois.

Os pesos do fruto diferiram significativamente entre verde-maduro e maduro/verde-maduro, variando de 177,80g a 213,26g. O estágio de maturação dos frutos tem relação direta com o peso exceto no estágio em que o fruto se encontra em estado avançado de maturação (GOES et al., 2012). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) os frutos mais pesados e de maior tamanho, são mais atrativos aos consumidores, e consequentemente destinados ao mercado de frutas frescas.

A espessura da casca está positivamente correlacionada com o peso dos frutos. Dong et al. (2019) encontrou valores maiores ao desse trabalho, variando de 5,05 até 10,59 durante 12 meses de análise em limão Eureka. O limão siciliano apresentou espessura maior do que o trabalho supracitado em torno de 60% quando compara as espessuras menores e 44,5% para espessuras maiores. A amostra de fruto verde apresentou diferença significativa entre as outras duas.

O rendimento dos frutos está apresentado na Tabela 3.

Variáveis	Estádios de maturação		
	Maduro	Maduro/verde	Verde
Rendimento	54,59±2,41a	50,21±1,25a	49,73±1,43a
pH	2,17±0,037b	2,58±0,031a	2,00±0,038c
Acidez (ATT)	3,70±0,06b	3,70±0,04b	4,3±0,03a
SST (°Brix)	7,10±0,10a	7,20±0,20a	7,60±0,24a
Ratio	1,89±0,08a	2,02±0,06a	1,788±0,08a
Vitamina C polpa	27,25±2,12a	35,25±2,54a	50,31±2,26b
Vitamina C casca	79,17±2,61a	93,49±0,34a	153,44±9,15b
AA polpa (%)	79,55±0,31a	84,84±1,24b	83,12±1,18ab
AA casca (%)	95,56±1,59a	92,90±0,56a	92,12±2,07a

Tabela 3 – Rendimento, pH, acidez, sólidos solúveis, ratio, atividade antioxidante e ácido ascórbico de limões siciliano em diferentes estádios de maturação.

Letras minúsculas distintas na linha diferem entre si segundo teste de Tukey a 5,0 % de probabilidade.

Os valores de pH encontrados na polpa do fruto são menores aos obtidos no estudo de Soares et al. (2014) em seu estudo sobre frutos artificiais de limão, no qual as diferentes marcas analisadas apresentaram valores que variaram entre 2,81 e 3,12. Entretanto Neto et al (2018) encontrou uma média de 2,69 em pH na caracterização de limão Galego.

Valores baixos de pH são apreciados pela indústria de processamento de frutos, por

dificultar o desenvolvimento de microrganismos, não necessitando o tratamento térmico elevado, evitando assim perda de qualidade nutricional e permitindo a conservação dos alimentos. Já valores mais elevados de pH é preferência para o mercado de frutas frescas (BENEVIDES et al., 2008; GONDIM et al., 2013).

A acidez expressa em ácido cítrico, situou-se entre os valores de 3,7 a 4,3 g/100 g conforme apresentado na Tabela 3. Esses valores são maiores do que os encontrados por Marmitt et al. (2016) em estudo sobre cultivares de limão em sucos artificiais de limão em pó.

Os sólidos solúveis são constituídos por compostos solúveis em água, podendo sofrer variação devido a fatores climáticos, variedade, solo como também durante o processamento, pela adição de água à polpa extraída, levando à condição de abaixamento dos sólidos solúveis no produto. Os valores de SST ficaram abaixo do valor de limão Tahiti estudado por Viana (2010) que encontrou 8,5% e Neves et al (2008) 8,2%.

O ratio é a relação entre o teor de sólidos solúveis (°Brix) e o teor de ácidos tituláveis. Ele é o indicador utilizado para determinar o estágio de maturação, determinando o balanço do sabor doce/ácido (COUTO, 2010). Nesse trabalho os valores de ratio apresentaram muito baixos devido à elevada acidez dos frutos.

Conforme Calore e Vieites (2003), há diferenças nas proporções açúcar/ácido entre variedades do mesmo produto e mesmo dentro da mesma variedade cultivada em diferentes condições, conforme foi encontrado para as amostras analisadas.

Os valores de vitamina C da polpa obtidos para os frutos maduros e maduros/verde ficaram próximos aos representados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) para limão cravo e limão galego que são 32,8 mg AA/100g e 34,5 mg AA/100g, respectivamente. O limão verde possuiu 68,5% maior quantidade de vitamina C presente em relação aos representados na tabela. Quando analisado o teor de vitamina C na casca, os valores são em torno de mais de 200% do que na polpa do fruto. Os valores encontrados na polpa do fruto estão dentro do limite estabelecido pelo Regulamento RDC nº 269 que é de 45 mg/100g em um adulto.

A função da vitamina C nos seres vivos é devido à sua capacidade antioxidante. Os organismos vivos interagem com o meio ambiente visando manter um ambiente externo que favoreça a sobrevivência, o crescimento e a reprodução (CERQUEIRA et al., 2007).

Os resultados de atividade antioxidante (AA) foram expressos em percentagem de inibição de oxidação onde o percentual corresponde à quantidade de DPPH consumida pelo antioxidante do limão. Quanto maior o consumo de DPPH pela amostra, maior é a atividade antioxidante (ALVES et al, 2007).

As atividades antioxidantes máximas atingidas para a polpa foi de 84,84% e para a casca 95,56%. Assim, a polpa dos frutos maduros/verde apresentou um consumo maior de DPPH e conseqüentemente sua atividade antioxidante foi maior já as cascas do limão, o maduro teve uma maior AA.

## 4 | CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nestas condições de avaliação, com a colheita entre outubro de 2006 e maio de 2007, conclui-se que os diferentes estádios de maturação possuem variação significativa nos teores de vitamina C e capacidade antioxidante, sendo que esses valores foram maiores quando analisadas as cascas.

Os resultados foram convincentes quanto aos parâmetros de qualidade físico-químicos e morfológicos. Isto indica que o fruto do limão siciliano contribui para o aproveitamento tecnológico com agregação de valor do fruto, sendo que ele apresenta elementos potencialmente nutritivos, que podem auxiliar na dieta humana de forma complementar, além de possibilitar ao consumidor novos produtos dele derivados.

## AGRADECIMENTOS

Ao IF Goiano pelo aporte financeiro concedido por meio do Edital nº 21/2015 - Edital de Propostas de Projetos Cooperativos de Pesquisa Aplicada, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (Fapeg), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Financiadora de Estudos e Projetos pelo apoio a realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. B. **Determinação do estágio ótimo de maturação a colheita do limão ‘siciliano’, produzidos no estado do Ceará. Fortaleza: UFC. 2014.** Tese de Doutorado. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos).

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2018. Benno Bernardo Kist. et al. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, p. 10 – 11, 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. : Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS). Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável. Brasília: MS; 2006.

BENEVIDES, S. D.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P.C.; CASTRO, V.C. Qualidade da manga e polpa da manga Uba. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.28, n.13, p.571-578, 2008.

CALORE, L.; VIEITES, R. L. Conservação de pêssegos “Biuti” por irradiação. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 23, supl., p. 53-57, 2003.

CERQUEIRA, F. M., MEDEIROS, M. H. G., AUGUSTO, O. (2007) Antioxidantes: controvérsias e perspectivas. Química Nova, 30(2): 441-449.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.

COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 30(Supl.1): 15-19, maio 2010.

DONG, X.; HU, Y.; LI, Y.; ZHOU, Z. O grau de maturidade, compostos fenólicos e atividade antioxidante do limão Eurela [*Citruslimon*(L.) Burm. f.]: Correlação negativa entre conteúdo fenólico total, capacidade antioxidante e teor de sólidos solúveis. *Scientia Horticulturae*. Volume 243 , 3 de janeiro de 2019, páginas 281-289

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de Produção de Citros para o Nordeste. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistema de Produção, 16. 2003. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNordeste/index.htm>> Acesso em: 20/06/2019.

FERREIRA, R. V.; BASTIANEL, M.; AZEDO F. A.; NEGRI, J. D. Desenvolvimento vegetativo e características físico-químicas dos frutos de quatorze genótipos de limão. *Citrus Res. Technol.*, 39, e1037, 2018.

GAO, Y.; LIU, Y.; KAN, C.; CHEN, M.; CHEN, J. Mudanças na cor da casca e na qualidade dos frutos em laranja de umbigo sob diferentes métodos de armazenamento. *Scientia Horticulturae*. Volume 256 , 15 de outubro de 2019.

GOES, T. S.; CARMO, J. S.; BRAGA, T. R.; OLIVEIRA, M. M. T.; SILVA, L. R.; TORRES, L.B.V. Caracterização física e físico-química de frutos do limão “Tahiti” (*Citruslatifolia* T.) cultivados em Guaraciaba do Norte-CE. *Cultivando o Saber*, v.5, n.3, p.14-21, 2012.

KONICA MINOLTA SENSING. Precise color communication: color control from perception to instrumentation. Konica Minolta Sensing Incorporated, 2007.

MARMITT, L. G.; BETTI, J.; OLIVEIRA, E. C. Determinação de ácido cítrico e pH em diferentes cultivares de limão e marcas de sucos artificiais de limão em pó. *Revista Destaques Acadêmicos, Lajeado*, v. 8, n. 4, 2016. ISSN 2176-3070 DOI: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.2176-3070.v8i4a2016.1226>.

MATOS, E. H. S. F. Cultivo do limão. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília – CDT/UnB. 2007.

OLIVA, F. A.; AMIN, M. V.; FERNANDES, D. POCAIA, A. P. V.; LIMA, B. C.; CARVALHO, L. O.; LIMA, M. A. R. Cultura do limão no Brasil: Custo de produção e lucratividade. *Colloquium Agrariae*, vol. 13, n. Especial, Jul–Dez, 2017, p. 65-70. ISSN: 1809-8215. DOI: 10.5747/ca.2017.v13.nesp.000173.

PIO, R. M. (1992). Caracterização e avaliação de frutos de oito variedades do grupo das tangerinas (Dissertação de mestrado). Piracicaba: ESALQ.

SOARES, A. K.; BONVINI, B.; FARIAS, M. M. A. Gouveia. Avaliação do potencial erosivo e cariogênico de sucos artificiais em pó. *Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo* v. 26, n. 3, p. 197-203, São Paulo, 2014.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO. 4ª edição revisada e ampliada. Campinas – SP, 2011. Disponível em: <[http://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf?arquivo=taco\\_4\\_versao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](http://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf)> Acesso em: 16 de julho de 2019.

# CAPÍTULO 5

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

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 06/05/2020

### Igor Souza de Brito

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano  
Rio Verde – GO  
<http://lattes.cnpq.br/2771483510312507>

### Esther Cristina Neves Medeiros

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano  
Rio Verde – GO  
<http://lattes.cnpq.br/6506337349914271>

### Jéssica Silva Medeiros

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano  
Rio Verde – GO  
<http://lattes.cnpq.br/1436387098025374>

### Pamella Cristina Teixeira

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano  
Rio Verde – GO  
<http://lattes.cnpq.br/0664288243629680>

### Gizelle de Sá Velasco

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano  
Rio Verde – GO  
<http://lattes.cnpq.br/3952571465915512>

### Lucas Henrique Santiago Dourado

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano  
Rio Verde – GO  
<http://lattes.cnpq.br/7793346279026245>

### Givanildo de Oliveira Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano  
Rio Verde – GO  
<http://lattes.cnpq.br/7320471297753250>

### Marco Antônio Pereira da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano  
Rio Verde – GO  
<http://lattes.cnpq.br/9580158651519908>

**RESUMO:** Foram desenvolvidos *smoothie* com adição de polpa de manga selecionadas e misturados em várias proporções de *kefir* em água, *kefir* em leite, fermentado de *kefir* em água e fermentado de *kefir* em leite. A concentração de polpa de manga foi semelhante para todos os tratamentos, considerando suas propriedades individuais como análise físico – química, textura, doçura e cor para produzir *smoothie* sem adição de acidulante. Os *smoothies* selecionados de acordo com as respectivas formulações foram analisados quanto as propriedades. Observou-se que a palatabilidade das bebidas está correlacionada com a concentração dos aditivos. Os resultados encontrados demonstra que o *smoothie* apresenta ótima atividade antioxidante comparada com outros produtos similares. O objetivo da pesquisa foi elaborar uma bebida láctea com adição de manga, sem açúcares e conservantes com inclusão de probiótico.

**PALAVRAS-CHAVE:** fruta tropical, *kefir*, análises físico-químicas

# PHYSICO-CHEMICAL AND ANTIOXIDANT OF CHARACTERIZATION OF MANGO SMOOTHIE (TOMMY ATKINS) WITH FERMENTED WATER AND MILK KEFIR

**ABSTRACT:** *Smoothies* were developed with the addition of selected mango pulp and mixed in various proportions of *kefir* in water, *kefir* in milk, fermented *kefir* in water and fermented *kefir* in milk. The concentration of mango pulp was similar for all treatments, considering their individual properties such as physical - chemical analysis, texture, sweetness and color to produce *smoothie* without adding acidulant. The *smoothies* selected according to the respective formulations were analyzed for properties. It was observed that the palatability of the drinks is correlated with the concentration of the additives. The results found demonstrate that the *smoothie* has excellent antioxidant activity compared to other similar products. The objective of the research was to prepare a dairy drink with the addition of mango, without sugars and preservatives with the inclusion of probiotics.

**KEYWORDS:** tropical fruit, *kefir*, physical-chemical analysis

## 1 | INTRODUÇÃO

O *smoothie* é um produto saudável à base de frutas e vegetais, livres de aditivos, sem açúcar, fonte de vitaminas, minerais, carboidratos e antioxidantes (MATSUURA et al., 2002). Podendo ser produzidos a partir da adição de frutas e legumes frescos ou congelados utilizando combinações distintas de frutas ou derivados lácteos (sorvete, leite, iogurte); limonada ou chá (BARBA et al., 2012).

As bebidas prontas podem ser formuladas a partir de frutas, suco de frutas, iogurte, leite ou mel; apresenta consistência semi líquida, acondicionada em embalagens cartonadas, plásticas e de vidro (NOWICKA et al., 2016).

As frutas tropicais são de grande interesse para a indústria alimentícia, portando sabores e aromas palatáveis. A manga (*Tommy Atkins*) apresenta diversas qualidades em relação ao seu processamento, com aprovação no mercado nacional e internacional. Durante o processo de maturação, a fruta apresenta coloração arroxeado-púrpura e ao final do processo, vermelho-amarelo-brilhante, apresentando polpa amarelo-escura, textura firme, consistente, com fibras finas e abundantes, correspondendo a 80% do peso do fruto e 15% de sólidos solúveis (MARTIM, 2006).

*Kefir* é a denominação dada ao leite fermentado, produzido à base de leite ou à base de água a partir da inoculação dos grãos abrangendo ampla diversidade de microrganismos.

O *kefir* de leite, possui como principal substrato no processo de fermentação a lactose, uma vez hidrolisada, produz compostos de alta digestibilidade, expressando ação benéfica e terapêutica ao organismo. O *kefir* de água constitui em uma solução de sacarose ou extratos de frutas (LOPITZ-OTSOA et al., 2006; SCHNEEDORF, 2012).

A exploração de subprodutos do processamento alimentício vem crescendo nos últimos tempos, sendo o *smoothie um destes*, através da utilização deste produto pode-se obter propriedades funcionais que promovem benefícios à saúde humana, nesse intuito

objetivou o desenvolvimento de *smoothie* de manga com fermentado de *kefir* de água e leite, avaliando os parâmetros de atividade antioxidante e caracterização físico química dos mesmos.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Material

Os frutos da cultivar *Tommy Atkins* foram adquiridos em comércio local na cidade de Rio Verde- GO, Brasil e posteriormente, transferidas para o LPOA (Laboratório de Produtos de Origem Animal), conseqüente a isso realizou-se a lavagem das mesmas utilizando água corrente para a retirada de sujidades estranhas, após, sanitizou-se as frutas com hipoclorito de sódio a 100 ppm por 10 minutos. Em seguida, realizou-se o enxágue com água corrente. O descascamento sucedeu-se de forma manual com facas aço inoxidável, em processo contínuo a extração da polpa foi realizada através de cortes no formato cúbico de aproximadamente 1 cm, o produto obtido da extração foi pesado e armazenado sob refrigeração a -18 °C.

O leite empregado no processo de incubação dos microrganismos de *kefir* em leite foi oriundo do setor de bovinocultura do Instituto Federal Goiano e encaminhado ao Laboratório de Produtos de Origem Animal.

Os grãos de *Kefir* foram adquiridos através de doação. Obteve-se o leite fermentado mediante incorporação de 2% de biomassa de *Kefir*, lavados em água fervida e inoculados em 200 mL de água. O período de incubação perdurou por aproximadamente 18–24h à 20–25 °C. Realizou-se a remoção dos grãos de *kefir* por filtração e lavados com leite pasteurizado antes da incubação.

A produção do *smoothie* deu-se com os frutos congelados, fermentado de *kefir* de leite e água, grãos de *kefir* de água e leite, ambos em temperatura ambiente. Sucessivamente realizou-se as análises de pH, acidez, sólidos solúveis totais (SST), cinzas, umidade, rendimento, cor, fenólicos totais, atividade antioxidante, carotenóides e vitamina A.

As análises morfométricas do fruto e rendimento dos tratamentos do *smoothie* foram analisadas por teste de média. Os dados foram apresentados aplicando análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de significância, empregando o software Sisvar versão 5.6 em conjunto ao software recall para obtenção do desvio padrão.

### 2.2 Métodos

A verificação do pH foi realizada em triplicata com o uso de potenciômetro digital de bancada modelo W38 (Bel Engineering®). A acidez titulável foi determinada por titulação em NaOH, ambos descritos pelo método 947.05 (AOAC, 2005).

Para análise de proteína bruta, determinou-se o nitrogênio total pelo método de Kjeldahl, utilizando o fator de conversão 6,25 como descrito no método oficial n° 960.52 da

AOAC International (1995)

As cinzas foram determinadas por meio da carbonização total da matéria orgânica em mufla (Bravac, M2) (AOAC, 1995).

Os teores de umidade foram determinados segundo metodologia presente em Brasil (2005). Os valores de Sólidos Solúveis Totais foram determinados segundo (AOAC, 2008).

A avaliação da atividade antioxidante foi determinada pela capacidade de captura do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), segundo metodologia descrita por (RUFINO et al., 2007).

Determinou-se o índice de polifenóis totais pelo método espectrofotométrico desenvolvido por Folin-Ciocalteu (ROSSI, 1965). O valor de vitamina A foi calculado segundo recomendações do IOM (2001), no qual o Equivalente de Retinol (RE) foi substituído pelo Equivalente de Atividade de Retinol (RAE). Os fatores de conversão, usados para o cálculo de carotenoides pró-vitâmicos baseiam-se na relação de que 1RAE equivale a 12 $\mu$ g de  $\beta$ -caroteno, ou a 24 $\mu$ g de  $\alpha$ -caroteno (KHACHIK et al., 1992).

A cor foi avaliada instrumentalmente em colorímetro ColorFlex EZ/HunterLab, ajustado para o illuminate D65 (luz do dia) e ângulo de observação 10°, com prévia calibração, segundo método n° 14-22 conforme sistema CIE L\*, a\* e b\* (AACC, 2000).

Os tratamentos utilizados no *Smoothie* estão descritos na Tabela 1.

Tratamento	A	B	C	D	E
Polpa de manga(g)	200	200	200	200	200
Kefir de água (mL)	200	150	100	50	-
Kefir de leite (mL)	-	50	100	150	200

**Tabela 1** - Formulações de smoothies de manga com fermentado de kefir de água e leite.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os valores referentes aos parâmetros físicos químicos da polpa de manga (*Tommy Atkins*), utilizada no desenvolvimento do *smoothie*.

Variáveis	Polpa de manga
SST	14,33 $\pm$ 0,33
pH	4,24 $\pm$ 0,02
A.T	0,86 $\pm$ 0,06
Umidade%	83,88 $\pm$ 0,09
Cinzas%	0,01 $\pm$ 0,01
Carotenoides	42,85 $\pm$ 5,51

A. A	92,06±1,16
Fenólicos.T	15,08±2,50
Vitamina A	357±0,89
L	47,95±0,06
a*	12,60±0,01
b*	62,69±0,01
Chroma*	63,94±0,01
Hue*	78,63±0,07

Tabela 2 - Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) das análises físico-químicas: Sólidos Solúveis Totais (SST), pH, Acidez Titulável (AT), Umidade, Cinzas, Carotenóides, Atividade Antioxidante (a.a), Fenólicos Totais (F.T), Vitamina A, Luminosidade (L\*) e Coordenadas de Cromaticidade.

A.T (Acidez Titulável g/100g, ácido cítrico), A.A (atividade antioxidante, mg de DPPH.100g<sup>-1</sup>  $\mu$ mol Trolox.g<sup>-1</sup>), carotenóides ( $\mu$ g.100g<sup>-1</sup>), fenólicos totais (mg de EAG.100g<sup>-1</sup>), Vitamina A ( $\mu$ g RE), L (luminosidade), \*a+ (vermelho) \*a-(verde) b+ (amarelo) b-(azul), Chroma (coordenadas de a\*/b\*) hue (tonalidade).

De acordo com a Tabela 2, o conteúdo de sólidos solúveis totais apresentou média de 14,33 °Brix. O teor de SST intensifica-se ao final do estágio de maturação devido à conversão dos carboidratos de reserva em açúcares simples, resultando em concentrações maiores de açúcares solúveis totais (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

De acordo com Costa et al., (2017), em estudo com a manga *Tommy Atkins* no estágio de maturação final (4) obtiveram resultados superiores em relação aos estágios anteriores (1, 2 e 3).

Os valores encontrados para o pH pontuaram média 4,24; índice superior ao certificado por Santos (2003), 4,11. Compreendem-se que as mangas estavam amadurecidas, conforme Cocozza (2003) no estágio final de maturação, a acidez tende a reduzir à medida que o pH aumenta. Este evento está associado com o consumo de ácidos orgânicos no decurso processo respiratório, em referência à combinação aos teores de açúcares solúveis propiciando sabor aos frutos (SERPA et al., 2014).

O constituinte de maior composição centesimal da polpa equivale a 83,88% de umidade. Valores similares apresentados em frutos e vegetais exibe textura semelhante com a *Tommy Atkins* (ZOTARELLI, 2014; MOREIRA et al., 2013; MARQUES et al., 2010).

Em referência ao teor de 0,01% de matéria mineral, detectado nas mangas *in natura*, segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008), a taxa de valores percentuais de sais minerais em frutas frescas varia entre 0,3 a 2,1%.

No que diz respeito ao teor de carotenóides 42,85  $\mu$ g 100 g<sup>-1</sup> para fruta *in natura*, Mercadante (1994) cita esta cultivar na faixa de 10,6 a 25,8  $\mu$ g. g<sup>-1</sup> em relação fruta verde; 23,7 a 65,1  $\mu$ g. g<sup>-1</sup>; parcialmente madura e 40,1 a 70,5  $\mu$ g. g<sup>-1</sup> fruta madura (DE ALMEIDA et al., 2011).

A proporção de  $\beta$ -caroteno da manga equivalente aos obtidos por et al. (1995) e Mercadante et al. (1997) comprovaram desconformidade de  $1.510 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  a  $1.710,0 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ . Silva et al. (2011) observou conteúdo inferior ( $608,39 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) com relação a Ribeiro et al. (2007) juntamente Rodriguez-Amaya, (1976) de  $1.209$  com  $1.405 \mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$ .

Com base na quantificação de fenólicos, verificou-se em média  $15,08 \text{ mg}$  de EAG. $100\text{g}^{-1}$  valores inferiores aos avaliados por Vasco et al. (2008),  $60 \text{ mg}$  de EAG  $100 \text{ g}^{-1}$  com variedades distintas.

A fração de vitamina A corresponde a  $357 \text{ mcg ER/ d}$ , com potencial diversificado de acordo com a porção analisada, região e condições de cultivo (SOUZA et al., 2004).

Na análise de cor da manga *in natura*, conforme parâmetros  $a^*$  e  $b^*$ , observa-se dominância para cor amarela ( $b^* = 62,69$ ) e vermelha ( $a^* = 12,60$ ). Em relação ao parâmetro  $L^*$ , à amostra *in natura* apresentou  $47,95$ , propensa coloração mais escura.

O Hue apresentou valor de  $78,63$  esta encontra próxima do amarelo. Explorando ângulo Hue ( $^\circ\text{H}$ ), Silva et al. (2009), observou pigmentação amarela na manga *Tommy*, com  $h^* 83,1$ .

O Chroma indica variabilidade na intensidade da cor em estado natural das frutas, quanto menor mais susceptível apresentar tonalidades neutras (PERES, 2016). No tocante da pesquisa a manga atingiu Chroma igual à  $63,94$  apresentando cor neutra.

A Tabela 3 explica a formulação dos cinco tratamentos do *smoothie* de manga com fermentado de *kefir*, com as variáveis (SST) sólidos solúveis totais  $^\circ\text{Brix}$ , pH, acidez, cinzas, umidade, F.T (fenólicos totais), A.a (atividade antioxidante), carotenóides, vitamina A, rendimento.

Variáveis	Tratamentos				
	A	B	C	D	E
Umidade	70,34 $\pm$ 0,95b	69,52 $\pm$ 0,78b	77,36 $\pm$ 0,84a	68,66 $\pm$ 0,57b	66,62 $\pm$ 0,86b
SST	10,03 $\pm$ 0,05a	10,01 $\pm$ 0,01a	9,56 $\pm$ 0,52b	10,06 $\pm$ 0,05a	10,04 $\pm$ 0,06a
Cinzas	0,49 $\pm$ 0,02ab	0,78 $\pm$ 0,02a	0,60 $\pm$ 0,01b	0,85 $\pm$ 0,01a	0,46 $\pm$ 0,03c
pH	4,18 $\pm$ 0,03b	4,06 $\pm$ 0,02c	4,25 $\pm$ 0,02ab	4,30 $\pm$ 0,02a	4,29 $\pm$ 0,02a
AT	8,57 $\pm$ 0,13a	8,78 $\pm$ 0,06a	8,70 $\pm$ 0,13a	8,89 $\pm$ 0,01a	8,86 $\pm$ 0,05a
FT	15,49 $\pm$ 1,53a	11,46 $\pm$ 0,65ab	9,14 $\pm$ 1,26b	12,01 $\pm$ 1,58ab	7,73 $\pm$ 0,86c
AA	47,93 $\pm$ 6,73a	50,96 $\pm$ 3,13a	47,50 $\pm$ 5,32a	47,15 $\pm$ 3,28a	33,59 $\pm$ 5,37a
Carotenóides	2,45 $\pm$ 0,14c	2,79 $\pm$ 0,06b	2,26 $\pm$ 0,06d	2,21 $\pm$ 0,05d	3,01 $\pm$ 0,06a
Vitamina A	20,44 $\pm$ 1,21c	23,27 $\pm$ 0,51b	18,90 $\pm$ 0,53d	18,44 $\pm$ 0,46d	25,14 $\pm$ 0,50a
L	59,17 $\pm$ 0,18c	59,34 $\pm$ 0,12c	66,96 $\pm$ 0,12b	67,85 $\pm$ 0,60b	76,22 $\pm$ 0,08a
$a^*$	6,73 $\pm$ 0,23a	6,74 $\pm$ 0,21a	4,73 $\pm$ 0,47b	2,99 $\pm$ 0,61b	7,40 $\pm$ 0,06a
$b^*$	51,85 $\pm$ 0,35a	52,18 $\pm$ 0,32a	46,07 $\pm$ 0,78b	43,07 $\pm$ 1,47b	50,46 $\pm$ 0,95a
Chroma	52,29 $\pm$ 0,38a	52,62 $\pm$ 0,34a	46,33 $\pm$ 0,82b	43,20 $\pm$ 1,51b	51,00 $\pm$ 0,32a

Hue 82,61±0,19bc 82,64±0,19bc 84,79±0,48b 86,22±0,72a 81,65±0,22c

Tabela 3 - Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) de umidade, sólidos solúveis totais (SST), cinzas, pH, acidez titulável (AT), fenólicos totais (FT), atividade antioxidante (AA), carotenóides, vitamina A e parâmetros instrumentais de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , Chroma e Hue) de smoothies de manga com diferentes concentrações de fermentado kefir de leite e água.

Em prol da quantidade de SST identificada nas formulações A, B, D e E não houve discriminação através do teste de tukey ( $p < \pm 0,5$ ). Entretanto, para tratamento C(9,56) foi irrelevante.

Em relação aos teores de matéria mineral os tratamentos B e D não apresentaram inconformidades. O tratamento E (0,46) difere ao tratamento D (0,85) este apresenta maior concentração. Guven et al. (2005), constatou proporções de cinzas entre 0,88 a 1,13 % em iogurtes, associado à concentração de leite em pó desnatado adotado na produção. Tomelin (2006) relata índices reduzidos (0,61 %) para o *Kefir*.

O tratamento B diferencia-se demasiadamente com pH 4,06 em referência aos tratamentos D e E. O tratamento C apresentou similaridade aos tratamentos D e E, demonstrando diferença em relação ao tratamento A.

A concentração de fenólicos nos tratamentos B e D foram aproximadas aos tratamentos A e C, o tratamento E diferiu significativamente devido a maior proporção de fermentado de *kefir* em leite.

Para a atividade antioxidante, não se aplica distinção entre os tratamentos, uma vez que ambos foram preparados e analisados no mesmo dia.

Com relação ao teor de carotenóides do *smoothie* (16,67  $\mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ), bebidas como néctares de acerola e goiaba apresentam quantidades semelhante, descreve Fonseca (2014), com 1948,78  $\mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ; e néctar de abacaxi e goiaba, reportado por Rodríguez-Amaya, com 1081,62  $\mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ . Segundo Rodríguez-Amaya (2001), os carotenóides são substâncias susceptíveis a reações de isomerização e de oxidação durante o processamento e estocagem, devido à exposição ao calor, luz, ação enzimática, entre outros.

## 4 | CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que as formulações de *Smoothie* à base de fermentado de *kefir* com polpa de manga promove aceitabilidade levando em consideração a atividade antioxidante presente. Desta forma, a inclusão do fermentado de *Kefir* compensa as demandas por um alimento probiótico e funcional além de ser agradável ao paladar. Todavia necessita-se de estudos para averiguação da vida útil do produto e o teste com outras frutas avaliando demais parâmetros.

## 5 | AGRADECIMENTOS

Ao IF Goiano pelo aporte financeiro concedido por meio do Edital nº 21/2015 - Edital de Propostas de Projetos Cooperativos de Pesquisa Aplicada, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (Fapeg), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Financiadora de Estudos e Projetos pelo apoio a realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS - AACC. Approved Methods. 10. ed. St. Paul: AACC, 2000.

AOAC. **Official Methods of Analysis**. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemist, 2005.

AOAC. **Official Methods of Analysis**. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemist, 1995.

AOAC. **Official Methods of Analysis**. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemist, 2009.

BARBA, F.J; ESTEVE, M.J & FRÍGOLA, A. (2012). High pressure treatment effect on physicochemical and nutritional properties of fluid foods during storage: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 11, 307 – 322.

BENEVIDES, S.D.; RAMOS, A.M.; PEREZ, R. Necessidade da implementação da rastreabilidade como ferramenta de qualidade para a industrialização da manga na Zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, p.19-24, 2008.

BHASKARACHARY, K.; SANKAR RAO, D. S.; DEOSTHALE, Y. G. M.; VINODINI, R. Carotene content of some common and less familiar foods of plant origin. *Food Chemistry*, v. 54, n. 2, p. 189-193, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Adota o método de identidade e qualidade de leites fermentados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 out. 2007.

CAVALINI, F. C., JACOMINO, A. P., TREVISAN, M. J., MIGUEL, A. C. A. (2015). Ponto de colheita e qualidade de goiabas 'Kumagai' e 'Paluma'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37(1), 064-072.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**: fisiologia e determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 25, n. 4, p. 726-732, 2005.

COCOZZA, F. Maturação e conservação de manga Tommy Atkins submetida à aplicação pós-colheita de metilciclopropeno. 2003. 198f. Tese - Doutorado em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003..

COSTA, J.A.M. Estudo da qualidade de polpas e sementes do Jenipapo (*Genipa Americana L.*) para elaboração de barras de cereais. 120f. 2017.

DE ALMEIDA MELO, ENAYDE; DE ARAÚJO, CRISTIANE RODRIGUES. Mango varieties “espada”, “rosa” and tomy atkins: bioactive compounds and antioxidant potential. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1451-1460, 2011.

GUVEN, M. et al. The effect of inulin as fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. **International Journal of Dairy Technology**, v.58, n.3, p.180- 184, 2005.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, 1020 f. Versão eletrônica. 2008.

IOM - U.S. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board, Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. **Dietary reference intakes**: for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc. Washington, D.C.: National Academy, 2001. 797p.

KHACHIK, F. et al. Effect of food preparation on qualitative and quantitative distribution of major carotenoid constituents of tomatoes and several green vegetables. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.40, p.390-398, 1992.

KUMAR, A. ; KUMAR, D. Desenvolvimento de iogurtes probióticos suplementados com antioxidantes ricos em frutas usando *Lactobacillus* livre e microencapsulado. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos** , v. 53, n. 1, p. 667-675, janeiro de 2016.

LEMOS, D.M.; QUEIROZ, A.J.M.; FIGUEIRÊDO, R.M.F. Caracterização físico-química de sementes de noni. *Revista Geintec*, São Cristóvão, v.5, n.3, p.2308- 2315, 2015.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; GUERRA, N. B. Correlação entre o teor de antocianinas e caracterização cromática de polpas de diferentes genótipos de aceroleira. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 10, n.1, p. 51-55, 2007.

LOPITZ-OTSOA, F et al. *Kefir*: a symbiotic yeasts-bacteria community with alleged healthy capabilities. **Rev Ibero americana de Micología**. Spain, v.23, n.2, p.67-74, 2006.

MARQUES, A., et al. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica L.*) Cv. Tommy Atkins. *Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal*, v.32, n.4, p.1206-1210, dez. 2010.

MARTIM, Nelisa Sita Pires Picolotto. **Estudo das Características de Processamento da Manga (*Mangifera indica L.*) Variedade Tommy atkins Desidratada**. 2006, 76 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba: PR, 2006.

MATSUURA, FERNANDO CÉSAR AKIRA URBANO; ROLIM, RENATA BERBERT. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando à produção de um “blend” com alto teor de vitamina C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 138-141, 2002.

MERCADANTE, A. Z. Estudo de carotenóides por espectrometria de massas e cromatografia líquida de alta eficiência. 1994. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- MERCADANTE, A. Z.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; BRITTON, G. HPLC and mass spectrometric analysis of carotenoids from mango. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 45, n. 1, p. 120-123, 1997.
- MIGUEL, L. C. V., LIMA, R. K. B., DOS SANTOS, E. C., FERREIRA, L. L., SILVA, F. S. O., DA SILVA OLIVEIRA, N. P., ... & DA SILVA, T. T. F. (2015). Qualidade química e físico-química de mangas após armazenada sobre refrigeração. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 11(3), 1-7.
- MOREIRA, T. B; ROCHA, É. M. F. F.; AFONSO, M. R. A; COSTA, J. M. C. Comportamento das Isotermas de Adsorção do Pó da Polpa de Manga Liofilizada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 10, p. 1093– 1098, 2013.
- MOURA, S .C. R de., et al. Caracterização e avaliação da estabilidade de compostos bioativos em *smoothies* de frutas. ***Food Sci. Technol (Campinas)*** vol.37, n.2, pp.216-223, 2011.
- PERES.; L, M, B. Avaliação qualitativa da manga Tommy Atkins desidratada por diferentes métodos e em diferentes temperaturas. 2016. 40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, 2016.
- RIBEIRO, A.S., **Caracterização de Micro-organismos com Potencial Probiótico Isolados a Partir de Kefir Produzidos na Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul** - Dissertação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria UFSM - RS 2015.
- RIBEIRO, S. M. R.; QUEIROZ, J. H.; QUEIROZ, M. E. R. L.; CAMPOS, F. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Antioxidants in mango (*Mangifera indica*, L.) pulp. *Plant Foods for Human Nutrition*, v. 62, n. 1, p. 13-17, 2007.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D B. et al Carotenoide pigment changes in ripening *Momardica charantia* fruits. ***Annals of botany***, v.40, p.615-624 1976.
- ROSSI JUNIOR, J.A.; SINGLETON, V.L. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 16, n.3, p. 144 – 158, 1965.
- RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.; BRITO, E.S.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C.G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.D. (2007). Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. **Comunicado Técnico 127** – EMBRAPA.
- SANTOS, FL. (Org.). **Kefir – Propriedades Funcionais e Gastronômicas**. Cruz das Almas/Bahia: Editora UFRB. 2003.123p.
- SCHNEEDORF, JM. *Kefir* d'agua and its probiotic properties. In: Everlon Rigobelo (Org.). **Probiotics in Animals**. 1ed. Croácia: InTech, 2012, v. 1, p. 53-76.
- SERPA, M. F. P., CASTRICINI, A., MITSUBUZI, G. P., MARTINS, R. N., BATISTA, M. F., ALMEIDA, T. H. (2014). Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. *Revista Ceres*, 61(6), 975-982.

SILVA OLIVEIRA, D., AQUINO, P. P., RIBEIRO, S. M. R., DA COSTA PROENÇA, R. P., & PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. (2011). Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum. Health Sciences*, 33(1), 89-98.

SOUZA, S. L.; MOREIRA, A. P. B.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; ALENCAR, E. R. Conteúdo de carotenos e provitamina A em frutas comercializadas em Viçosa, Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 4, p. 453-459, 2004.

TOMELIN, B.; PEIL, J.S.; PEPLAU, P. Avaliação das características físico-químicas de leite fermentado ácido-alcoólico: *kefir* natural e suas principais diferenças em relação ao iogurte natural. **Revista Higiene Alimentar**, v. 2, p. 1-7, 2006.

TURKMEN I., Eksi A., Brix degree and sorbitol/xylitol level of authentic pomegranate, *Food Chemistry* 2011.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, v. 111, n. 4, p. 816-823, 2008.

WITTHUHN, R.C., SCHOEMAN, T., CILLIERS, A., et al. Impact of preservation and different packaging conditions on the microbial community and activity of *kefir* grains. **Food Microbiol.**, v.22, p.337-344, 2004.

YOON, K. Y., WOODAMS E. E., Hang, Y. D., 2004, Probiotication of tomato juice by lactic acid bacteria, *The Journal of Microbiology*, 42: n°4: 315-318.

ZOTARELLI, MARTA F. Produção e caracterização de manga desidratada em pó por diferentes processos de secagem. 2014, 165 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis: SC, 2014.

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

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 23/04/2020

### Antonio Carlos Freitas Souza

Instituto de Pesquisas Científicas e  
Tecnológicas do Estado do Amapá, Núcleo de  
Ciência e Tecnologia de Alimento  
Laboratório de Microbiologia  
Macapá – Amapá  
<http://lattes.cnpq.br/5887340264035452>

### Jaqueline Freitas Souza

Instituto Macapaense de Ensino Superior,  
Colegiado de Farmácia  
Macapá – Amapá  
<http://lattes.cnpq.br/1339507958412948>

### Evanilza Aristides Santana

Instituto Macapaense de Ensino Superior,  
Colegiado de Farmácia  
Macapá – Amapá  
<http://lattes.cnpq.br/8127316943392976>

**RESUMO:** As cervejas são bebidas obtidas a partir da ação de leveduras, em um processo de fermentação alcoólica do mosto. Pensando na maior variedade de tipos, a utilização de frutas na produção de cervejas artesanais vem agregar um sabor adocicado, além de uma fonte nutricional rica em compostos antioxidantes. O objetivo deste trabalho foi produzir uma cerveja do tipo Pilsen com adição de polpa de acerola, *Malpighia emarginata* DC. A metodologia do trabalho teve início com coleta, herborização e identificação da espécie vegetal a ser utilizada.

A produção da cerveja foi realizada com adição de 3% de acerola na etapa da fermentação, em seguida ocorreu a caracterização físico-química do produto, seguindo as normas padrões do Instituto Adolfo Lutz, e finalizando com avaliação microbiológica. As análises físico-químicas demonstraram resultados dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação para o estilo de cerveja produzido, além disso foi possível constatar um teor elevado de vitamina C (30 mg/100 g), superior se comparado com outras bebidas fermentadas, e a cerveja produzida estava dentro do que preconiza a legislação vigente, quanto aos parâmetros microbiológicos. Diante dos resultados, o produto final pode ser considerado uma excelente fonte de ácido ascórbico, o que pode promover o interesse para o público consumidor de bebidas alcoólicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bebidas alcoólicas; análises bromatológicas; avaliação sensorial.

### DEVELOPMENT OF PILSEN TYPE ARTISAN BEER WITH ADDED ACEROLA PULP, *MALPIGHIA EMARGINATA* DC

**ABSTRACT:** Beers are beverages obtained from the action of yeast, in a process of alcoholic fermentation of mash. Thinking about the largest variety of types, the use of fruits in the production of craft beers adds a sweet taste, with low calorie value, as well as a nutritional source rich in antioxidant compounds. The objective of this work was to produce a Pilsen type beer with added Acerola pulp, *Malpighia emarginata* DC. The methodology of the work began with collection, herborization and identification of the plant species. Beer production was performed

with the addition of 3% acerola in the fermentation stage, followed by the physical-chemical characterization of the product, following the standards of the Adolfo Lutz Institute, and ending with microbiological evaluation. The physicochemical analyzes showed results within the parameters established by the legislation for the style of beer produced, in addition it was possible to find a high content of vitamin C (30 mg / 100 g), superior when compared to other fermented drinks, and beer. produced was within the current legislation, as regards microbiological parameters. Given the results, the final product can be considered an excellent source of ascorbic acid, which may promote interest to the alcoholic consumer.

**KEYWORDS:** Alcoholic beverages; bromatological analysis; sensory evaluation

## 1 | INTRODUÇÃO

As cervejas são bebidas obtidas a partir da ação de leveduras, em um processo de fermentação alcoólica do mosto, oriundo do malte de cevada, água e lúpulo (BRASIL, 2009). Apesar da sua fórmula ter sido aprimorada com o passar do tempo, a cerveja é produzida como bebida alcoólica por milhares de anos no mundo (SPÁCIL; TEICHMANNOVÁ, 2016).

Com o decorrer do tempo, os consumidores estão se tornando mais exigentes, e buscam por produtos com características peculiares, com aromas e sabores diferenciados, provocando assim inovações no processo de fabricação das cervejas e crescimento de microcervejarias que produzem cervejas artesanais com características sensoriais específicas (MEGA; NEVES; ANDRADE, 2011).

Como alternativa para a produção de cervejas especiais está a utilização de frutas durante o processo de fermentação, oferecendo um sabor agradável a cerveja (SOUZA, 2015). A adição de frutas garante uma cerveja com baixo teor calórico, adocicado, sendo uma excelente fonte nutritiva e de compostos antioxidantes (MICHELETTI et al., 2016).

Esse fato pode ser evidenciado com vários trabalhos em que já foram utilizadas diversas frutas e outros adjuntos, como as cervejas artesanais elaboradas com graviola, gengibre, Goji berry, amora, cúrcuma e pimenta do reino, acerola e abacaxi, malte de arroz e milho, entre outros (FILHO, 2016; MAIA; BELO, 2017; MICHELETTI et al., 2016; PINTO et al., 2015; SCHORK, 2015; TOZETTO, 2017; TRINDADE, 2016).

Diante disso, a acerola, *Malpighia emarginata* DC., torna-se uma opção por ser considerada uma das mais importantes fontes de vitamina C. Além disso, a acerola vem ganhando destaque entre as frutas devido a presença de substâncias com propriedades antioxidantes, como compostos fenólicos e carotenóides (LIMA et al., 2005).

A escolha pela cerveja artesanal mostra-se conveniente, evidenciando diversos aspectos, sendo o principal o seu sabor que é um diferencial em relação às cervejas produzidas industrialmente. Os consumidores de cervejas artesanais estão interessados em apreciar uma bebida com novas cores, sabores e aromas que sejam diferenciadas daquelas tão amplamente difundida através da grande variedade de marcas industriais (AQUILANI; LAURETI; POPONI, 2015).

Por essa razão, o objetivo deste estudo foi elaborar uma cerveja artesanal tipo pilsen, destacando as principais características físico-químicas, potencial funcional e os atributos sensoriais da cerveja produzida com adição de polpa de acerola, *Malpighia emarginata* DC.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

A coleta da acerola foi realizada no mês de fevereiro de 2019 em um pomar de cultivo particular no município de Macapá-AP, BR 156, Km 14, ramal Km 9. Os frutos utilizados neste trabalho foram coletados em estágio de vez, ou seja, fisiologicamente maduros, de maneira manual e diretamente das árvores e transportados até ao Núcleo de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá-IEPA.

A herborização foi realizada de acordo com o descrito por Rotta, Beltrami e Zonta (2008), onde os espécimes vegetais foram coletados das árvores que apresentarem órgãos vegetativos e reprodutivos. Foram encaminhados para o Herbário do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá – HAMAB/IEPA, processados e identificados como pertencentes à espécie *Malpighia emarginata* DC. (Parecer N°11/2019).

Após a seleção da fruta, foi feito o despulpamento, que é o processo que retira a polpa da semente. Para manter as características do fruto, o congelamento é o método ideal para promover a conservação da polpa (MENTUS, 2010). Essa etapa foi realizada até o dia da produção da cerveja.

A produção da cerveja foi realizada conforme o método tradicional de fabricação de cerveja artesanal tipo pilsen. Abaixo está o fluxograma (Figura 13) das etapas de preparação da cerveja, que foi elaborada seguindo a receita adaptada do Website Brew Market (2019).

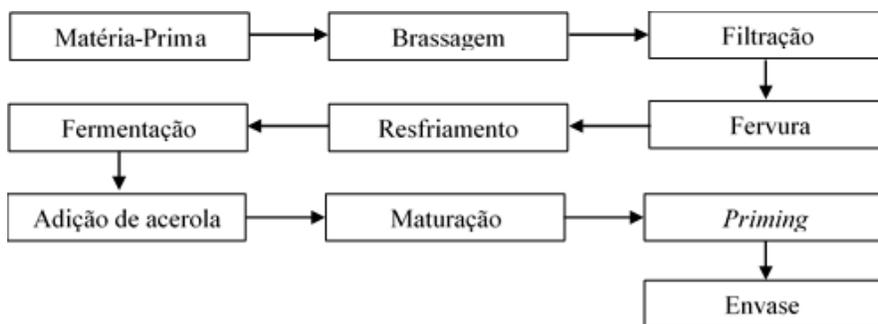


Figura 1. Fluxograma das etapas do desenvolvimento da cerveja

Para o preparo da cerveja foram utilizadas como matéria prima, água, malte Pilsen, lúpulos Saaz e Lubliner, leveduras Saflager, açúcar e polpa de acerola reduzida.

A primeira etapa para o processo de produção da cerveja foi a brassagem, onde foi

feito o aquecimento da água a 75°C, em seguida adicionado o malte moído lentamente, sendo agitado com a coher para melhor homogeneização. Foi realizado o acompanhamento durante todo o processo para que a temperatura se mantivesse aos 67 °C por 60 minutos. Dez minutos antes do término a temperatura foi elevada para 76 °C e mantidas por 10 minutos (Mash-Out, Inativação das Enzimas). Passados 60 minutos foi iniciada a recirculação por aproximadamente 20 minutos.

A filtração ocorreu para que as impurezas existentes no mosto fossem retidas e o mesmo fosse clarificado. Depois do mosto clarificado e sem cascas, ele foi fervido por 60 minutos a 76 °C. No início da fervura deu início a adição do lúpulo Lubliner, e passados 45 minutos adicionou-se o lúpulo Saaz.

Em seguida teve início o processo de resfriamento que foi realizado antes de inocular as leveduras. Esse processo foi feito através do chiller em placa, até a temperatura de 25 °C. Para iniciar a fermentação foi adicionado a levedura Saflager, a 25 °C onde ficou por 7 dias maturando. A polpa da acerola já pasteurizada e descongelada foi adicionada após 4 dias do início da fermentação, para se obter o sabor desejado.

Após o término do processo da fermentação, deu início a maturação que ocorreu durante 7 dias a 12° C. Passados esse processo foi baixada a temperatura para 2°C e mantida por mais 14 dias para ocorrer uma melhor sedimentação de lúpulo, leveduras entre outros. No priming foi adicionado 7 g de açúcar por litro de cerveja nas garrafas que foram envasadas, depois aguardado por duas semanas. Essa etapa foi necessária para que ocorresse a carbonatação da cerveja, o gás carbônico seja absorvido e sabores indesejados desaparecem.

A análise da cerveja incluiu as determinações de pH, extrato real, extrato primitivo ou original, extrato aparente, teor alcoólico, cor (EBC), acidez total e vitamina C segundo Brasil (1990) e Instituto Adolfo Lutz (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008), além do doseamento de antocianinas e flavonoides segundo método descrito por Francis (1982).

Antes do início dos testes, todas as determinações foram realizadas na amostra descarbonatada. Para a remoção do CO<sub>2</sub>, foi necessário a transferência da amostra para um béquer de 500 mL e agitado com um bastão. A temperatura da cerveja foi mantida a 20-25 °C. Quando houve a necessidade foi feita a remoção do material em suspensão por filtração em filtro seco.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção da cerveja artesanal culminou com uma Fruit Beer (Figura 2) com adição de 3% de acerola.



Figura 2. Cerveja artesanal de acerola produzida.

A qualidade em produtos fermentáveis é em grande parte determinada pelas propriedades físico-químicas, como a acidez total titulável, cor, extrato real, pH, sólidos solúveis totais, flavonoides, antocianinas, densidade aparente, teor alcoólico, extrato aparente e extrato primitivo, que neste trabalho foram expostos na tabela 1.

PARÂMETRO	MÉDIA±DP
ATT (g/100mL)	1,01±0,02
Cor (EBC)	13,64±0,33
Extrato real (% m/v)	3,58±0,07
pH	4,45±0,03
SST (°Brix)	15±1,8
Flavonóides (mg/100g)	6,89±1,68
Antocianinas (mg/100g)	10,53±0,37
Densidade Aparente (g/cm³)	1,005±0,01
Teor Alcoólico (° GL)	5,6±0,04
Extrato Aparente (%)	1,35±0,3
Extrato Primitivo (% m/m)	14,3±0,05
IBU	35

Tabela 1. Análises físico-químicas da cerveja de acerola tipo pilsen.

Para o extrato primitivo, o valor encontrado neste trabalho foi de 14,3%, enquanto que no estudo de Oliveira, Faber e Plata-Oviedo (2015) em cerveja artesanal produzida com substituição parcial do malte por mel, apresentou valor do extrato primitivo de 16,8% e no estudo de Rossoni (2017), o valor encontrado foi de 7,72% em cerveja artesanal utilizando pinhão como adjunto.

Carvalho (2007) afirma que este parâmetro mede a quantidade de substâncias dissolvidas (extrato) do mosto que vão da origem a cerveja. Com relação ao teor do extrato

primitivo as cervejas são classificadas pela legislação (BRASIL, 2009) em leves (5-10,5%), comum (10,5-12%), extra (12-14%) e forte (maior que 14%), dessa forma, a cerveja produzida neste estudo enquadra-se na categoria forte.

Um fator importante a se destacar é a classificação de cervejas quanto a adição de adjuntos, onde segundo Brasil (2009) é dividida em: puro malte (possui 100% de malte de cevada, na base do extrato primitivo); cerveja (adição de no máximo 45% de adjunto cervejeiro, em peso, na base do extrato primitivo) e cerveja com nome do adjunto predominante (possui mais de 45% e menos de 80% de adjunto, em peso, na base do extrato primitivo, como fonte de açúcares). A cerveja de acerola produzida neste estudo é considerada uma puro malte, pois a base do extrato primitivo foi composta apenas por malte, sendo a acerola adicionada apenas na etapa de fermentação.

Sobre o extrato aparente o valor encontrado neste estudo foi de 1,35%, sendo este inferior quando comparado a outros trabalhos, como no trabalho de Pinto et al. (2015) que desenvolveram uma cerveja artesanal com adição de acerola e abacaxi, que apresenta valor de 3,7%; no trabalho de Brunelli, Mansano e Venturini-Filho (2014) que produziram cerveja artesanal com adição de mel que obteve 2,3%. Já no trabalho de Rossoni (2017) em cerveja com aditivo de pinhão com casca e sem casca, foi relatado valor de extrato aparente menor do que este estudo com 0,97%. Este parâmetro é muito variável, pois segundo a legislação o valor do extrato aparente é representado considerando a presença de álcool, ou seja, após a fermentação (BRASIL, 2009).

Quanto ao parâmetro extrato real o valor relatado foi  $3,58 \pm 0,07$ , enquanto Pinto et al. (2015) obteve um resultado de  $3,99 \pm 0,01$ . Rossoni (2017) desenvolveu um trabalho utilizando pinhão e relatou o resultado de 4,9 de extrato real.

O aumento ou a diminuição do extrato real segundo Pinto (2011) varia de acordo com a composição do adjunto utilizado. Para uma cerveja de boa qualidade o extrato real deve ser acima de 3%, logo todas as amostras obtiveram valores que garantisse uma cerveja de boa qualidade segundo esse atributo (PINTO et al., 2015).

Neste trabalho o valor de ATT encontrado variou de 0,99 a 1,02g/100mL com média de 1,01 g/100mL. Em estudo realizado por Fernandes (2017) que desenvolveu uma cerveja artesanal também a base de acerola (estilo Blonde Ale) o valor de ATT foi inferior com média de  $0,24 \pm 0,01$ . Diferente do valor relatado por Pinto et al. (2015) em cerveja produzida com aditivo de acerola e abacaxi cujo valor médio encontrado foi de  $37,93 \pm 0,15$ .

Para Techakriengkrait et al. (2004) a acidez obtida no produto final ocorre devido a formação de ácidos durante a fermentação, sendo eles o ácido acético, fórmico, piruvato, D-lactato, L-lactato, entre outros. De acordo com Venturini filho (2000) a maioria dos ácidos presentes na cerveja já existem no mosto cervejeiro, porém em proporções distintas e suas concentrações variam em função da matéria-prima, da variedade do malte e das condições de maltagem.

Em relação a cor, neste trabalho o valor encontrado foi de  $13,64 \pm 0,33$  EBC, sendo

classificada como Âmbar profundo, Cobre (EBC, 2005), enquanto que Fernandes (2017) mesmo com estilo diferente, obteve cor de  $12,7 \pm 0,1$  EBC, estando na mesma categoria, que varia entre 12-18 EBC. Cerveja frutadas relativamente mais claras já foram produzidas, tais como a cerveja utilizando o melão coroá que teve cor em 9 EBC (ARAÚJO, 2016).

De acordo com Brasil (2009), as cervejas ainda podem ser classificadas em claras (<20 EBC), escuras (>20 EBC) e coloridas (apresentam coloração diferente das definidas pelo padrão EBC). A cerveja de acerola foi enquadrada como uma cerveja clara. De acordo com o Brewers Association (2015), a cor de cervejas do estilo Fruit Beer pode variar muito dependendo do estilo-base utilizado e da fruta adicionada.

Quanto ao valor de pH, no produto final deste trabalho o valor encontrado foi  $4,45 \pm 0,33$ . Já Fernandes (2017) produziu em seu trabalho 3 tipos de cerveja com adição de polpa de acerola: cerveja base e cerveja 1 e 2 e os resultados foram 4,02; 3,46 e 3,42 respectivamente. Bathke et al. (2013), avaliaram em seu trabalho, o pH de diferentes tipos de cervejas, onde encontraram valores médios variando entre 4,8 e 6,1, apresentando característica ácida.

Segundo Arruda, Junior e Goulart (2013), a determinação de pH tem a finalidade de analisar a conservação durante o processo de produção do produto final obtido, para que se tenha uma cerveja dentro dos padrões de qualidade e que seja aceita pelos consumidores. Para Rosa e Afonso (2015) o pH controlado no processo cervejeiro atua diretamente nos seguintes padrões: regulação da atividade enzimática, solubilização de componentes adstringentes, variação da cor e coagulação dos componentes proteicos do mosto, são padrões que conservam as características originais de uma cerveja.

O valor de pH deste estudo ( $4,45 \pm 0,33$ ) corrobora com o que diz Goiana (2016) que um pH menor que 4,5 é importante para manter a cerveja livre de microrganismos patogênicos principalmente o *Clostridium botulinum* e evitar contaminações posteriores contribuindo para um produto de boa qualidade.

No parâmetro de sólidos solúveis totais o valor obtido foi  $15 \pm 1,8$  °Brix. Pinto et al. (2015) descreveu menor concentração de sólidos solúveis totais cujo valor foi de 7 °Brix utilizando a polpa de acerola na produção de cerveja do estilo Blonde Ale.

Segundo Costa (2018) o valor elevado de sólidos solúveis na cerveja é um indicador da maturação do fruto utilizado, pois os compostos responsáveis pelo conteúdo de sólidos solúveis especialmente os açúcares crescem com o tempo de permanência do fruto na planta. Um conteúdo mais alto de sólidos solúveis como o encontrado neste trabalho é sinal de que a fruta foi colhida em estágio maduro, com todos os responsáveis pelos seus componentes como aroma sabor e todas as suas características organolépticas.

Quanto a densidade da cerveja o valor encontrado neste estudo ( $1,005 \text{ g/cm}^3$ ) foi menor do que encontrado no trabalho de Pinto (2019) que produziu uma cerveja funcional com adição de rutina de fava D'anta, apresentando valor de  $1,019 \text{ g/cm}^3$ , e ainda afirma que a densidade e o teor alcoólico da cerveja são grandezas inversamente proporcionais,

pois a densidade é uma medida indireta da quantidade de açúcares que estão presentes no meio, logo o teor alcoólico deste estudo apresentou-se maior (5,6%), do que o trabalho de Pinto (2019) (4,78%), o que indica que o açúcar presente na cerveja como matéria prima para a fermentação, possivelmente tenha sido mais utilizado neste trabalho do que na cerveja produzida por Pinto.

Outros achados também apresentaram teores alcoólicos menores, como no trabalho de Milagres (2019) que desenvolveu cerveja artesanal com umbu onde apresentou 4,9% e no estudo de Loreiro et al. (2018) que obteve o teor alcoólico de 3,2% na cerveja artesanal à base de kiwi. Borszowsky et al. (2016) desenvolvendo cerveja artesanal com adição de amora, obteve valor semelhante ao deste estudo em uma das suas formulações.

Segundo Tozetto (2017), existem inúmeras variações nas etapas de fabricação de cervejas artesanais, assim como em seus ingredientes, além de diferentes aditivos utilizados como matérias-primas, fazendo com que não exista um padrão estabelecido sobre o teor alcoólico entre diferentes estilos de cerveja. Brasil (2009) define apenas que cervejas sem álcool possuem valor  $\leq 0,5\%$ , enquanto cervejas alcoólicas devem possuir teor  $> 0,5\%$  e tendo por obrigatoriedade estar relatado no rótulo.

Curiosamente, até o presente momento, a cerveja com o maior percentual alcoólico já registrado foi produzida em 2013, e apresenta 67,5% de teor alcoólico sendo conhecida como Snake Venon (MAFRA, 2018).

No que diz respeito aos valores de antocianinas encontradas na cerveja deste estudo (10,53 mg/100g), apresentou-se menor do que a encontrada na cerveja artesanal com adição de amora possuindo 1,56 mg/100g (TRINDADE, 2016). Essa diferença pode estar relacionada com a quantidade de antocianina nos frutos usados como aditivos, 9,48 mg/100g (com perda de 83,54%) e 28,92 mg/100g (com perda de 63,59%) para amora e acerola respectivamente.

Os flavonoides encontrados na cerveja produzida neste estudo foram de 6,89 mg/100g. Valor dentro do que encontrou Rampazzo (2014) que analisando diferentes cervejas artesanais o teor de flavonoides totais variou entre 4,939 e 21,92 mg/100g. Os flavonoides possuem a capacidade de sequestrar radicais livres e quelar íons metálicos, tendo a função de proteger os tecidos dos radicais e da peroxidação lipídica, além de possuírem propriedades estabilizadoras de membrana, podendo afetar alguns processos de metabolismo intermediários.

Quanto ao teor de ácido ascórbico em bebidas fermentadas como visto na tabela 2, a cerveja deste estudo apresentou 30 mg/100ml estando superior as demais bebidas, sendo a que apresentou valor mais aproximado foi a bebida fermentada de Camu-camu com 26 mg/100ml com variação percentual de -13,33%. Já a bebida que apresentou menor valor de ácido ascórbico foi o vinho industrializado (Chardonnay) com 0,2 mg/100ml de vitamina C e uma variação percentual de -99,33%.

BEBIDAS	ÁCIDO ASCÓRBICO (mg/100)	VP (%)	AUTOR
Cerveja artesanal de acerola (Pilsen)	30	-	Autores (2019)
Cerveja artesanal de Camu-camu (Witbier)	15,86	-47,13	Pimentel et al. (2019)
Bebida fermentada de Camu-camu	26	-13,33	Maeda e Andrade (2003)
Bebida fermentada de laranja com beterraba	21,70	-27,67	Gonçalves et al. (2016)
Vinho industrializado (Sauvignon Blanc)	8,5	-71,67	Barril et al. (2016)
Vinho industrializado (Chardonnay)	0,2	-99,33	
Vinho tinto de mesa	0	-100	Prado et al. (2012)

Tabela 2. Comparação do valor de ácido ascórbico em bebidas fermentadas.

A vitamina C ou ácido ascórbico, é uma vitamina termolábil hidrossolúvel. Os seres humanos e outros primatas não tem a capacidade de sintetizá-lo. Esta deficiência é geneticamente determinada pela gulonolactona oxidase que impossibilita a síntese do Ácido L-ascórbico a partir da glicose (BIANCHI; ANTUNES, 1999; MAHAN; SCOTT-STUMP, 2005; MANGANARO, 2008). Diante disso, sabendo do seu papel para a saúde, torna-se imprescindível a busca pelo seu consumo.

Dessa forma, os altos valores encontrados nesse estudo demonstram que a acerola utilizada vem agregar tais benefícios, trazendo um produto diferenciado que é segundo SICOBE (2014), a tendência do mercado cervejeiro brasileiro, pois experimentar produtos inovadores é de grande interesse dos consumidores que vem estimulando os fabricantes a produzir inúmeras variações.

As cervejarias artesanais estão apresentando novidades quanto à adição de adjuntos, produzindo bebidas com aromas de limão, cereja, morango, kiwi, abacaxi, maçã, rosa e chocolate. Porém, muitos dos adjuntos adicionados tem por objetivo apenas conferir aroma à bebida (ALMEIDA; SILVA, 2005). No entanto, sabe-se que muitas frutas podem agregar valor nutricional, como o caso da cerveja aqui produzida, onde o produto final pode ser considerado uma excelente fonte de ácido ascórbico o que pode promover o interesse para o público consumidor de bebidas alcoólicas.

Em relação à contagem padrão de aeróbios da cerveja tipo pilsen produzida, foi encontrado valor médio de  $3,3 \times 10^2 \pm 4,5 \times 10$  UFC/mL. No trabalho de Tófoli (2014), analisando seis tipos de cervejas, nas amostras A e B que são cervejas artesanais a contagem padrão encontrada foi maior do que a deste estudo, apresentando  $4,2 \times 10^5$  e  $5,6 \times 10^6$  UFC/mL respectivamente, bem como no trabalho de Freire et al. (2016) analisando cerveja artesanal produzida com adição de extrato de cajá que apresentou  $9,1 \times 10^4$  UFC/mL para a contagem de aeróbios.

O limite máximo para a contagem padrão em cervejas, de acordo com a legislação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2010), CP nº 69/2010 é de  $< 3 \times 10^3$  UFC/mL. Portanto, o valor encontrado neste estudo está dentro do preconizado pela legislação, estando próprias para consumo. Para Freire et al. (2016), normalmente são as cervejas industriais que possuem menores chances de serem contaminadas, devido ao processo da produção ser de um sistema fechado e contínuo, eles afirmam também que as cervejas artesanais por terem um processo descontínuo possuem maiores chances de contaminação. Porém, a cerveja deste estudo encontrou-se dentro do padrão para consumo humano, fato este que comprova a boa qualidade durante a sua produção.

## 4 | CONCLUSÃO

Após o processo de elaboração do produto, foi verificado que a adição da polpa de acerola apresentou valores promissores de vitamina C na cerveja. Em relação aos parâmetros físico-químicos como pH, acidez total, extrato real, extrato aparente, extrato primitivo e teor alcoólico, a adição de fruta à cerveja resultou em valores dentro dos padrões especificados pela legislação vigente para este tipo de bebida.

Quanto aos parâmetros microbiológicos, levando em consideração as análises realizadas, depois da adição da polpa de acerola não houve contaminação no produto final pois os resultados da contagem padrão de aeróbios nas cervejas encontraram-se dentro do recomendado pela legislação.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E.; SILVA, J. B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Tecnologia de bebidas**: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação, mercado. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. p. 347-382.

AQUILANI, B.; LAURETI, T.; POPONI, S. Beer choice and consumption determinants when craft beers are tasted: An exploratory study of consumer preferences. **Food Quality and Preference**, v. 41, p. 214-244, 2015.

ARAÚJO, G. S. **Elaboração de uma cerveja ale utilizando melão de caroá (*Sicana odorifera* (vell.) naudim) como adjunto do malte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA, 2016.

ARRUDA, I. N. Q.; JUNIOR, V. A. P.; GOULART, G. A. S. Produção de cerveja com adição de polpa de murici (*Byrsonima* spp.). **Revista Eletrônica da Univar**, v. 2 n. 10, p. 129 -136, 2013.

BATHKE, L. D.; DRESCH, M. R.; SOUZA, C. F. V. Elaboração e avaliação de alguns aspectos da qualidade de cerveja isenta de glúten. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 9, n. 5, p. 147-150, 2013.

BORSZOWSKEI, P. R.; RUSIN, C.; GARCIA, C.; EING, K. K. C.; PEREIRA, M. A.; HELLMANN, S. S.; BOTELHO, R. V. Características químicas da cerveja com adição de amora preta (*rubusidaeus*) no tempo de fermentação e maturação. In: XXV Congresso brasileiro de ciência e tecnologia de alimentos. **Anais...** Gramado-RS, 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2010. Consulta Pública (CP) nº 69, 13 junho de 2010. Dispõe sobre a aprovação de uso de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia para fabricação de cervejas. **Diário Oficial da União (DOU)**, Brasília, DF, 14 jul. 2010. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da União (DOU)**, Brasília, DF, 5 jun. 2009. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Portaria nº 76 de 26 de novembro de 1990. Dispõe sobre os métodos analíticos de bebidas e vinagre. **Diário Oficial da União (DOU)**, Brasília, DF, 28.11.190 Seção 1.

BREW MARKET. **Receitas de cerveja artesanal**. Disponível em: <https://www.brewmarket.com.br/> acessado em: 30 out 2019.

BREWERS ASSOCIATION. Disponível em: <[www.brewersassociation.org/wp-content/uploads/2015/03/2015-brewers-association-beer-style-guidelines.pdf](http://www.brewersassociation.org/wp-content/uploads/2015/03/2015-brewers-association-beer-style-guidelines.pdf)> Acesso em: 10 de out de 2019.

BRUNELLI, L. T.; MANSANO, A. R.; VENTURINI FILHO, W. G. Caracterização físico-química de cervejas elaboradas com mel. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.17, n. 1, p. 19-27, 2014.

CARVALHO, L. G. **Dossiê Técnico**: Produção de Cerveja. Rio de Janeiro, REDETEC Rede Tecnológica do Rio de Janeiro, 2007. 54 p.

COSTA, A. J. H. **Produção de cerveja Weiss artesanal: processamento parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2018.

FERNANDES, L. M. **Viabilidade de produção e caracterização de cerveja artesanal com acerola (*Malpighia emarginata* D.C)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Paraíba, Joao Pessoa-Paraíba, 2017.

FRANCIS, F. J. Analysis off anthocyanins. In: MARKAKIS, P. **Athocyanins as food colors**. London: academic Press, 1982. p. 181-206.

FREIRE, K.R.L.; CAVALCANTI, T.G.; DE OLIVEIRA, G.F.; DOS SANTOS, A.O.; PAULINO, F.O. Aspectos sensoriais de cerveja artesanal produzida com extrato de cajá (*Spondias mombin* L.). In: XXV Congresso brasileiro de ciencia e tecnologia de alimentos. 2016, Gramado-RS. **Anais...** Gramado-RS, 2016. 6 p.

GOIANA, M. L.; PINTO, L. I. F.; ZAMBELLI, R. A; MIRANDA, K. W. E; PONTES, D. F. Análise físico-químicas de cervejas artesanais pale ale comercializadas em Fortaleza, Ceará. In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1. 2016, Gramado. **Anais...** Gramado, Rio Grande do Sul, 2016.

LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; PRAZERES, F. G.; MUSSER, R. S.; LIMA, D. E. S. Totalphenolic and carotenoid contents. In: acerola genotypes harvested at three ripening stages. **Food Chemistry**. v. 90, n. 4, p. 565-568, 2005.

LOREIRO, A. C.; NOGUEIRA, D. M.; LOPES, F. S.; DE SÁ, S. K. G.; COMAPA, S. R. Produção de cerveja artesanal à base de kiwi. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. **Anais...** Maceió-AL, 2018.

MAFRA, G.P. **Análise físico-química de cerveja american lager maturada com pimenta rosa (aroeira)**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal-RN, 2018.

MAHAN, M. L.; SCOTT-STUMP, S. E.; RAYMOND, J. L. **Krause**: Alimentos, nutrição e dietoterapia. 13. ed. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2012. 1160p.

MAIA, T. S.; BELLO, R. F. C. Análises físico-químicas de cerveja artesanal elaborada com graviola e análise sensorial de cervejas com adição de frutas e frutadas comercializadas. **Revista Brasileira de Ciências da Vida**. v. 5, n.5, p.1-24, 2017.

MANGANARO, M. M. Nutrição aplicada à enfermagem. In: MURTA, G.F. **Saberes e práticas**: guia para ensino e aprendizado de enfermagem. 4. ed. rev. e ampl. Vol. 3. São Caetano do Sul, SP: Difusão, 2008.

MEGA, J. F., NEVES, E., ANDRADE C. J. de. A produção da cerveja no Brasil. **Revista Citino**, v. 1, n. 1, p.34-42, 2011.

MENTUS, D. **Fazendo cerveja com frutas**: cerveja de trigo e mais. 2010. Disponível em: <http://recbrew.blogspot.com/2010/09/adicionado-frutas-numa-cerveja.html> Acesso em: 25 out. 2018.

MICHELETTI, I. N.; ROSA, C. T.; CÓRDOVA, K. R. V; DALLA SANTA. Elaboração de cerveja artesanal com gojiberry. In: Congresso Latino Americano de Ciência e Mercado Cervejeiro, 1. 2016, Blumenau. **Anais...**Blumenau, 2016. 6 p.

MILAGRES, F. C. O. **Desenvolvimento e caracterização de cerveja artesanal de Umbu**. 2019. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2019.

OLIVEIRA, M.; FABER, C. R.; PLATA-OVIEDO, M. S. V. Elaboração de cerveja artesanal a partir da substituição parcial do malte por mel. **Brazilian Journal of Food Reserach**, v. 6, n. 3, p.1-10, 2015.

PINTO, L. I. F. **Inovação Tecnológica na Fabricação de Cerveja Funcional: Incorporação da Rutina de Fava D'anta (*Dimorphandra gardneriana* Tulasne)**. Tese de doutorado (Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

PINTO, L. I. F.; ZAMBELLI, R. A.; SANTOS JUNIOR, E. C.; PONTES, D. F. Desenvolvimento de cerveja artesanal de acerola e abacaxi (*Malpighia ermaginata* D.C e *Ananas comosus* L. Merril). **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**. v. 10, n. 4, p. 67-71, 2015.

PINTO, V. Z. **Efeito no tratamento térmico de baixa umidade e da oxidação nas propriedades físico-químicas, reológicas e térmicas do amido de pinhão (*Araucaria angustifolia*, Bert, O. ktze).** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Industrial) -Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

RAMPAZZO, V. **Caracterização da composição fenólica e capacidade antioxidante de cervejas comerciais de diferentes processos de fermentação.** 2014. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campo Mourão, 2014.

BIANCHI, M.L.P.; ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição.** v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.

ROSA, N. A.; AFONSO, J. C. A química da cerveja. **Química Nova Escola.** v. 37, n. 2, p. 98-105, 2015.

ROSSONI, M. A. **Desenvolvimento de cerveja artesanal do estilo kölsch utilizando pinhão como adjunto: análises físico-químicas e sensorial.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2017.

ROTTA, E.; BELTRAMI, L. C. C.; ZONTA, M. **Manual de prática de coleta e herborização de material botânico.** [Recurso eletrônico]. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/315636/1/Doc173.pdf> Acesso em: 15 out. 2018.

SCHORK, O. M. **Elaboração de cerveja artesanal tipo ale com malte de milho e farinha de arroz.** 2014. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão – Paraná, 2014.

SICOBÉ. **Sistema de Controle de Produção de Bebidas.** Receita Federal. <http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/LegisAssunto/Sicobe.htm>. Acesso em 04 out. 2019.

SOUZA, A. C. **Utilização de cagaita, jaboticaba e pitaya na elaboração de fermentado alcóolico e vinagre.** 2015. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, Minas Gerais, 2015.

SPÁCIL, V.; TEICHMANNOVÁ, A. Intergenerational Analysis of Consumer Behaviour on the Beer Market. **Procedia - Social and Behavioral Sciences.** v. 220, p. 487-495, 2016. In: 19th International Conference Enterprise and Competitive Environment 2016, Czech Republic. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/82461341.pdf>

TECHAKRIENGKRAIL, I.; PATERSON, A.; TAIDI, B.; PIGGOT, J. R. Relationships of Sensory Bitterness in Lager Beers to Iso- $\alpha$ -Acid Contents. **Journal of the Institut of Brewing,** v. 110, n.1, p. 51-56, 2004.

TÓFOLI, R. J. **Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química de cervejas comerciais e artesanais.** 2014. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Química) Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, São Paulo. 2014.

TOZETTO, M. L. **Produção e caracterização de cerveja artesanal adicionada de gengibre (*Zingiber officinale*).** 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, Paraná, 2017.

TRINDADE, S. C. **Incorporação de amora na elaboração de cereja artesanal**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2016.

VENTURINI FILHO, W.G. **Tecnologia de Cerveja**. FUNEP: BOTUCATU 2000. 83 p.

ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 4ª Ed., São Paulo, Vol. 1, 2008. 1020p.

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

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 27/04/2020

### Alexandre Gomes Marques de Freitas

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Departamento de Tecnologia Rural e Animal,  
Centro de Estudos em Leite, Itapetinga-Bahia.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2986769453118438>

### Bárbara Elizabeth Alves de Magalhães

Universidade Federal da Bahia, Instituto de  
Química, Salvador-Bahia.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8170388956501456>

### Sérgio Augusto de Albuquerque Fernandes

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Departamento de Tecnologia Rural e Animal,  
Centro de Estudos em Leite, Itapetinga-Bahia.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0021770051022919>

**RESUMO:** A contaminação do leite por resíduos de antibióticos é um problema de ordem mundial e representa riscos à saúde dos consumidores. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma ferramenta para investigar a contaminação de leite por resíduos de Tilosina, empregando Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier (IVTF) associada a Análise de Componentes Principais (ACP). Foram coletadas amostras de leite de vacas saudáveis, fraudadas pela adição do padrão de Tilosina em diferentes concentrações (10-100

mg L<sup>-1</sup>). Os dados espectrais foram submetidos à análise multivariada. Na ACP observou-se a tendência de formação de grupos em razão da origem das amostras, independentemente da concentração de Tilosina. Demonstra-se o potencial da espectroscopia no infravermelho associada a quimiometria como ferramenta para rastrear a origem de amostras contaminadas por resíduos de antibiótico, o que é útil para o controle de qualidade e segurança de alimentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Leite, Tilosina, IVTF, ACP.

### INFRARED SPECTROSCOPY AND CHEMIOMETRY: TOOL FOR INVESTIGATING MILK CONTAMINATION BY ANTIBIOTIC RESIDUES

**ABSTRACT:** Contamination of milk by antibiotic residues is a worldwide problem and represents health risks to consumers. The objective of this work was to develop a tool to investigate milk contamination by Tylosin residues, using Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) associated with Principal Component Analysis (PCA). Milk samples were collected from healthy cows, adulterated by adding the Tylosin standard in different concentrations (10-100 mg L<sup>-1</sup>). The spectral data were submitted to multivariate analysis. In the PCA, the tendency of group formation was observed due to the origin of the samples, independently of the Tylosin concentration. This demonstrates the potential of infrared spectroscopy associated with chemometrics as a tool to trace the origin of samples contaminated by antibiotic residues, important information for quality control and food safety.

**KEYWORDS:** Milk, Tylosin, FTIR, PCA.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os medicamentos veterinários são amplamente utilizados para prevenir e tratar doenças e para aumentar a taxa de crescimento e a eficiência alimentar (LI et al., 2018). O uso de medicamentos veterinários para tratar mastites em rebanhos leiteiros é uma prática usual nos sistemas de produção (BERRUGA et al., 2016). A Tilosina tem se destacado no tratamento de vacas lactantes no combate à mastite (LITTERIO et al., 2007). A tilosina ( $C_{46}H_{77}NO_{17}$ ) é um antibiótico macrolídeo de amplo espectro produzido por cepas de *Streptomyces fradiae* (COSTA et al., 2013) e é um dos antibióticos mais comumente usados em escala global, devido ao preço relativamente baixo e à alta eficiência contra várias infecções bacterianas (DONG, YIN e GUO, 2018). O valor máximo permitido para Tilosina em leite é de 50 ppb (SEHATI et al. 2015).

O uso inadequado ou o desrespeito ao período de carência podem resultar em resíduos de antibióticos no leite, que podem causar efeitos tóxicos e representam sérios riscos à saúde dos consumidores (ROMERO-GONZÁLEZ et al., 2011; ZHOU et al., 2018). A análise de resíduos de antibióticos em leite é usualmente feita principalmente usando métodos cromatográficos acoplados a diferentes sistemas de detecção. No entanto, esses métodos requerem pessoal qualificado, são caros e exigem procedimentos de pré-tratamento de amostra (FERNÁNDEZ et al., 2011; CONZUELO et al., 2014)

Várias técnicas estão disponíveis para a detecção de resíduos de antibióticos em alimentos de origem animal, mas esses métodos geralmente são dispendiosos, complexos e demorados. Portanto, existe a necessidade do desenvolvimento de novos métodos, mais simples, rápidos e confiáveis (HERNÁNDEZ et al., 2015). A Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier (IVTF) se destaca por ser uma técnica não destrutiva e rápida, sendo amplamente utilizada como ferramenta eficaz para ampla gama de problemas de adulteração de alimentos (RODRIGUEZ-SAONA e ALLENDORF, 2011).

A espectroscopia no infravermelho tem sido empregada para a investigação de adulterantes (CASSOLI et al., 2011; POONIA et al., 2017) e resíduos de medicamentos em leite (LUIZ et al., 2014; LUIZ et al., 2018). Atualmente, a espectroscopia no infravermelho está sendo usada em combinação com quimiometria em diferentes áreas para análise de alimentos (HERNÁNDEZ et al., 2015). O uso de espectroscopia no infravermelho associada à quimiometria tem proporcionado avanços nas áreas de controle de qualidade e segurança alimentar.

Considerando que contaminação do leite por resíduos de antibióticos é um problema de segurança alimentar mundial e que exige o desenvolvimento de novos métodos, este estudo teve por objetivo desenvolver uma ferramenta para investigar a contaminação de leite por resíduos de Tilosina, empregando Espectroscopia no Infravermelho com

Transformada de Fourier (IVTF) associada a Análise de Componentes Principais (ACP).

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Amostras

Em 8 propriedades rurais foram coletadas amostras de leite cru (1 L) de vacas Holandês/Zebu saudáveis (não consumiram antibióticos nos últimos 30 dias). As amostras foram conduzidas sob refrigeração para o Centro de Estudos em Leite da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia em Itapetinga-BA. As amostras foram codificadas para distinguir o local de onde foram coletadas.

### 2.2 Adulteração das amostras

As amostras foram divididas em 11 alíquotas, uma sem adição de antibiótico (branco) e às demais foi acrescentada uma solução de Tilosina (Sigma-Aldrich, EUA) em leite ( $100,0 \text{ mg L}^{-1}$ ) em diferentes volumes para obter as concentrações de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e  $100 \mu\text{g L}^{-1}$ . As alíquotas foram transferidas para recipientes plásticos próprios, contendo quantidades iguais do bactericida Bronopol (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol), e armazenadas sob refrigeração por 24 h para as análises por espectroscopia no infravermelho.

### 2.3 Análise por espectroscopia no infravermelho

As amostras de leite (puras e fraudadas com Tilosina) foram analisadas na região do infravermelho médio ( $1000\text{-}3000 \text{ cm}^{-1}$ ), diretamente em equipamento IVTF modelo DairySpec FT da marca Bentley Instrument (EUA). Os espectros foram gerados com o software Origin 8.0 (OriginLab, EUA).

### 2.4 Análise de Componentes Principais

Os dados espectrais foram padronizados para média igual a zero e desvio padrão igual a 1. Foi aplicada ACP aos dados padronizados utilizando o software Statistica 7.0 (Stat-Soft Inc., USA).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Análise por espectroscopia no infravermelho médio

A caracterização do espectro de leite (Figura 1) foi realizada relacionando-se a posição das bandas de absorção e os componentes do leite: lactose, lipídeos e proteínas. As bandas de absorção (número de onda) foram associadas a características estruturais das moléculas orgânicas presentes no leite (Tabela 1).

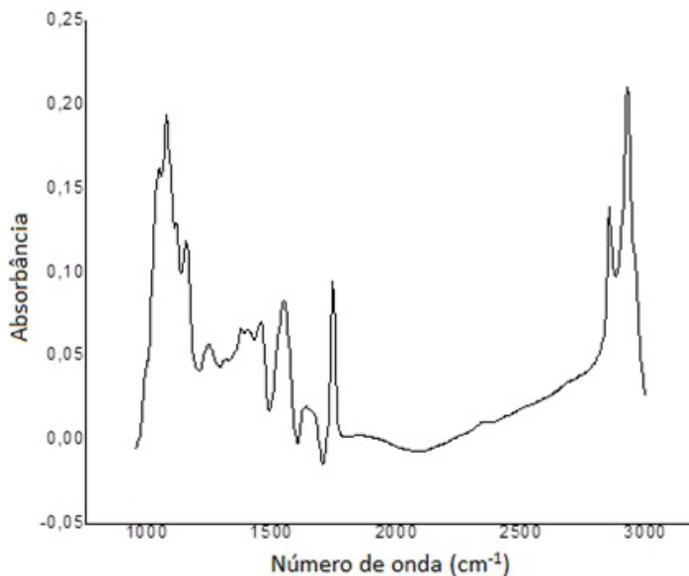


Figura 1. Espectro do leite puro na região do infravermelho médio (1000-3000  $\text{cm}^{-1}$ ).

Número de onda ( $\text{cm}^{-1}$ )	Grupo funcional	Componente
1043	C-O-C	Lactose
1072	C-C	Lactose
1111	C-H	Lactose
1161	C-O-C	Lactose
1248	C-H / N-H (amida terciária)	Proteínas
1316	C-H	Proteínas
1379	C-H	Lipídeos
1405	C-H	Lipídeos
1458	C-H	Lipídeos
1542	N-H (amida secundária)	Proteínas
1631	C=O (amida primária)	Proteínas
1673	C=O (amida secundária)	Proteínas
1744	C=O	Lipídeos
2340	$\text{CH}^2$	Lipídeos
2853	$\text{CH}^2$	Lipídeos
2925	$\text{CH}^2$	Lipídeos

Tabela 1. Bandas de absorção e os relacionados grupos funcionais dos componentes do leite.

A caracterização da lactose é baseada nas bandas de absorção atribuídas aos grupos funcionais C-O, C-C e C-H. Os picos relacionados à lactose estão associados aos números de onda 1043, 1072, 1111 e 1161  $\text{cm}^{-1}$ . As bandas que caracterizam as moléculas

de gordura do leite são atribuídas a vibrações de ácidos graxos. Os picos relacionados aos lipídios estão associados aos números de onda 1379, 1405, 1458, 1744, 2340, 2853 e 2925  $\text{cm}^{-1}$ . As bandas de absorção que caracterizam as proteínas do leite são relacionadas a amidas. Os picos relacionados às proteínas são atribuídos aos números de onda 1248, 1316, 1542, 1631 e 1673  $\text{cm}^{-1}$  (CONCEIÇÃO et al., 2019).

Os espectros de leite fraudado com Tilosina em diferentes concentrações apresentaram as mesmas bandas de absorção observadas no leite puro, de modo que não houve diferença visual entre os espectros das amostras puras e fraudadas.

### 3.2 Análise de Componentes Principais

A ACP foi aplicada aos dados padronizados de todas as amostras de leite puro e fraudado com Tilosina. Foram obtidas 16 componentes principais (Tabela 2). É possível reduzir o número de componentes principais (CPs) a serem analisadas descartando CPs que tenham variância pequena, analisando apenas aquelas que explicam a maior parcela da variação total. Outro critério para determinar o número de CPs analisadas baseia-se na escolha de CPs com autovalores  $\geq 1$  (STEINER et al., 2008). Seguindo estes critérios, apenas as componentes principais 1 e 2 foram analisadas.

A componente principal 1 (CP 1) explica 79,33% da variação total dos dados, enquanto a componente principal 2 (CP 2) explica 12,21% da variação. Desta forma, as projeções CP 1  $\times$  CP 2 explicam a maioria da variabilidade dos dados experimentais (91,54%). O gráfico de escores (Figura 2) apresenta a projeção das amostras e o gráfico de pesos (Figura 3) exhibe as variáveis (bandas de absorção) que mais influenciaram a separação das amostras.

CP	Autovalor	Variância explicada (%)	Variância total (%)
1	12,69313	79,33206	79,3321
2	1,95420	12,21377	91,5458
3	0,70234	4,38960	95,9354
4	0,37210	2,32563	98,2611
5	0,11847	0,74041	99,0015
6	0,07672	0,47952	99,4810
7	0,02324	0,14527	99,6263
8	0,01553	0,09707	99,7233
9	0,01281	0,08006	99,8034
10	0,00799	0,04995	99,8533
11	0,00650	0,04066	99,8940
12	0,00454	0,02838	99,9224
13	0,00425	0,02654	99,9489

14	0,00378	0,02361	99,9725
15	0,00243	0,01518	99,9877
16	0,00197	0,01230	100,0000

Tabela 2. Autovalores e variância explicada pelas componentes principais.

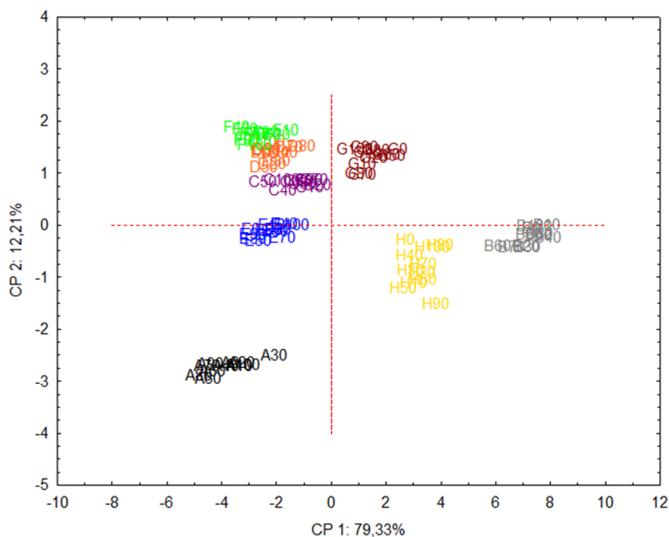


Figura 2: Gráfico de dispersão das amostras no fator-plano CP 1 x CP 2.

As amostras do mesmo local de aquisição estão codificadas pela mesma letra (de A a H) seguida da concentração de Tilosina (de 0 a 100) e marcadas pela mesma cor. A projeção das amostras no gráfico de escores expõe que as amostras são agrupadas em função da origem das amostras e não em relação à concentração de Tilosina nas amostras, uma vez que as amostras de leite com e sem tilosina oriundas do mesmo local estão reunidas. Mesmo as amostras que estão mais próximas no gráfico (C, D e F) não se confundem, não há sobreposição das cores. Sendo assim, sugere-se que, ainda que as amostras sejam oriundas de localidades próximas, seria possível distingui-las empregando análises multivariadas aos dados espectrais do leite.

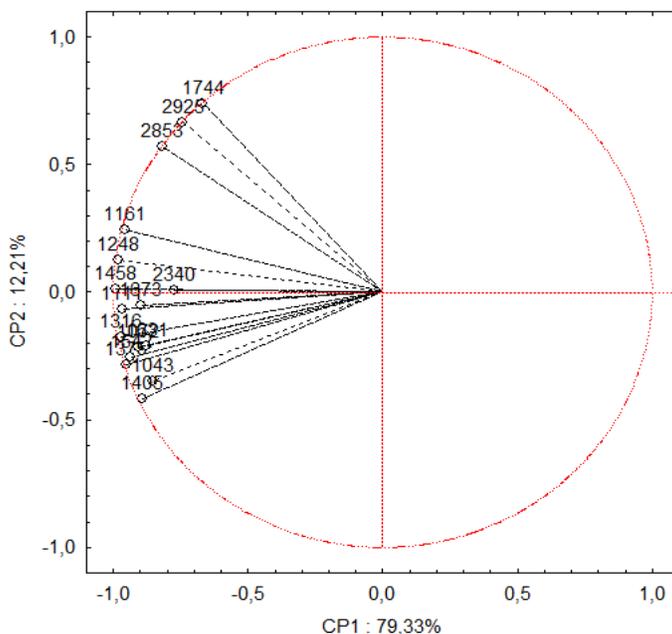


Figura 3: Gráfico de projeção das variáveis (bandas de absorção – número de onda) no fator plano CP 1 x CP 2.

A análise conjunta dos gráficos de escores e de pesos indica que bandas de absorção de lipídeos (1744, 2853 e 2925  $\text{cm}^{-1}$ ) são fortemente responsáveis pela segregação das amostras C, D e F e pela distinção desse grupo das amostras H. No caso das amostras E, sua separação é principalmente relacionada às bandas de absorção 1111 (atribuída à lactose) e 1673  $\text{cm}^{-1}$  (associada à proteína), também responsáveis pela distinção das amostras E das B. Para as amostras A, as principais bandas de absorção relacionadas são 1043 (atribuída à lactose) e 1405  $\text{cm}^{-1}$  (associada à proteína), que as distinguem amostras G.

Cada amostra gera um espectro, cujos dados podem ser usados para estimar os teores de seus componentes, pois dispõe de várias bandas de absorção associadas a características estruturais das moléculas orgânicas presentes no leite. Como demonstrado na análise ACP, essas características espectrais, relacionadas à composição do leite, variaram com o local de produção do leite.

É sabido que vários fatores influenciam na composição do leite. Fatores ambientais, por exemplo, afetam a produção, qualidade e composição de leite, quanto à concentração de proteínas, gordura e lactose (NORO et al., 2006; QUEIROGA et al., 2007).

A análise por ACP evidenciou ainda que a concentração de Tilosina nas amostras não afetou a separação das amostras. A faixa de concentração foi definida de acordo com o Limite Máximo de Resíduo (LMR) permitido em legislação para Tilosina em leite (50  $\mu\text{g}$

L<sup>-1</sup>). A concentração máxima foi estabelecida como o dobro do LMR.

Diante do exposto, demonstra-se que com a metodologia proposta neste estudo, uma amostra contaminada por resíduos de Tilosina, mesmo que em baixas concentrações, pode ter a região de origem identificada aplicando ferramentas quimiométricas, como ACP, aos dados espectrais do leite. Ressalta-se ainda que a composição do leite já é usualmente determinada por espectroscopia no infravermelho médio (CONCEIÇÃO et al., 2019).

Esta proposta tem relevância para o controle de qualidade e segurança de alimentos. Se for verificado que uma amostra está contaminada por resíduos de antibióticos, o que pode ser feito de forma rápida e precisa em ensaios de rotina por métodos de triagem como testes microbiológicos (CONZUELO et al. 2014), e houver um banco de dados da composição de leite de diferentes regiões ou disponível uma amostra de determinada região suspeita, pode-se aplicar a metodologia proposta neste estudo para rastrear a origem da amostra contaminada.

## 4 | CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam que quimiometria associada a espectroscopia no infravermelho é uma ferramenta simples, rápida e de baixo custo para a investigação de resíduos de antibiótico diretamente no leite, sem necessidade de aplicar métodos de extração. Destaca-se ainda que essa proposta pode ser incorporada à rotina de análise de leite, proporcionando ganhos em termos de segurança alimentar.

## REFERÊNCIAS

- BERRUGA, M. I.; MOLINA, A.; ALTHAUS, R. L.; MOLINA, M. P. **Control and prevention of antibiotic residues and contaminants in sheep and goat's milk**. Small Ruminant Research, v. 142, p. 38-43, 2016.
- CASSOLI, L. D.; SARTORI, B.; ZAMPAR, A.; MACHADO, P. F. **An assessment of Fourier Transform Infrared spectroscopy to identify adulterated raw milk in Brazil**. International Journal of Dairy Technology, v. 64, p. 480-485, 2011.
- CONCEIÇÃO, D. G.; GONÇALVES, B. R. F.; HORA, F. F.; FALEIRO, A. S.; SANTOS, L. S.; FERRÃO, S. P. B. **Use of FTIR-ATR Spectroscopy Combined with Multivariate Analysis as a Screening Tool to Identify Adulterants in Raw Milk**. Journal of the Brazilian Chemical Society, v. 30, p. 780-785, 2019.
- CONZUELO, F.; RUIZ-VALDEPEÑAS MONTIEL, V.; CAMPUZANO, S.; GAMELLA, M.; TORRENTE-RODRÍGUEZ, R. M.; REVIEJO, A. J.; PINGARRÓN, J. M. **Rapid screening of multiple antibiotic residues in milk using disposable amperometric magnetosensors**. Analytica Chimica Acta, v. 820, p. 32-38, 2014.
- COSTA, R. P.; SPISSO, B. F.; PEREIRA, M. U.; MONTEIRO, M. A.; FERREIRA, R. G.; CARLOS, B. S.; OLIVEIRA, A. C. **Tilosina: um importante antibiótico não monitorado em leite no Brasil**. Segurança Alimentar e Nutricional, v. 20, n. 2, p. 245-259, 2013.

DONG, H.; YIN, Y.; GUO, X. **Synthesis and characterization of Ag/Bi<sub>2</sub>WO<sub>6</sub>/GO composite for the fast degradation of tylosin under visible light.** *Environmental Science and Pollution Research*, v. 25, p. 11754-11766, 2018.

FERNÁNDEZ, F.; PINACHO, D. G.; SÁNCHEZ-BAEZA, F.; MARCO, M. P. **Portable Surface Plasmon Resonance Immunosensor for the Detection of Fluoroquinolone Antibiotic Residues in Milk.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 59, n. 9, p. 5036-5043, 2011.

HERNÁNDEZ, K. U.; VELÁZQUEZ, T. G.; REVILLA, G. O.; ABARCA, N. A.; MARTÍNEZ, M. H. **Development of Chemometric Models Using Infrared Spectroscopy (MID-FTIR) for Detection of Sulfathiazole and Oxytetracycline Residues in Honey.** *Food Science and Biotechnology*, v. 24, n. 4, p. 1219-1226, 2015.

LI, J.; REN, X.; DIAO, Y.; CHEN, Y.; WANG, Q.; JIN, W.; ZHOU, P.; FAN, Q.; ZHANG, Y.; LIU, H. **Multiclass analysis of 25 veterinary drugs in milk by ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry.** *Food Chemistry*, v. 257, p. 259-264, 2018.

LITTERIO, N. J.; CALVINHO, L. F.; FLORES, M. M.; TARABLA, H. D.; BOGGIO, J. C. **Microbiological screening test validation for detection of tylosin excretion in milk of cows with low and high somatic cell counts.** *Journal of Veterinary Medicine Series*, v. 54, n. 1, p. 30-35, 2007.

LUIZ, L. C.; BELL, M. J. V.; ROCHA, R. A.; LEAL, N. L.; ANJOS, V. C. **Detection of Veterinary Antimicrobial Residues in Milk through Near-Infrared Absorption Spectroscopy.** *Journal of Spectroscopy*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/5152832>

LUIZ, L. C.; BELL, M. J. V.; ROCHA, R. A.; MENDES, T. O.; ANJOS, V. C. **Análise de resíduos de diclofenaco sódico veterinário em leite por espectroscopia no infravermelho próximo.** *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*, v. 18, n. 3, p. 219-224, 2014.

NORO, G.; GONZÁLEZ, F. H. D.; CAMPOS, R.; DÜRR, J. W. **Fatores ambientais que afetam a produção e a composição do leite em rebanhos assistidos por cooperativas no Rio Grande do Sul.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 3, p. 1129-1135, 2006.

POONIA, A.; JHA, A.; SHARMA, R.; SINGH, H. B.; RAI, A. K.; SHARMA, N. **Detection of adulteration in milk: A review.** *International Journal of Dairy Technology*, v. 70, p. 23-42, 2017.

QUEIROGA, R. C. R. E.; COSTA, R. G.; BISCONTINI, T. M. B.; MEDEIROS, A. N.; MADRUGA, M. S.; SCHULER, A. R. P. **Influência do manejo do rebanho, das condições higiênicas da ordenha e da fase de lactação na composição química do leite de cabras Saanen.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 2, p. 430-437, 2007.

RODRIGUEZ-SAONA, L. E.; ALLENDORF, M. E. **Use of FTIR for Rapid Authentication and Detection of Adulteration of Food.** *Annual Review of Food Science and Technology*, v. 2, p. 467-483, 2011.

ROMERO-GONZÁLEZ, R.; AGUILERA-LUIZ, M. M.; PLAZA-BOLAÑOS, P.; FRENICH, A. G.; MARTÍNEZ VIDAL, J. L. **Food contaminant analysis at high resolution mass spectrometry: Application for the determination of veterinary drugs in milk.** *Journal of Chromatography A*, v. 1218, n. 52, p. 9353-9365, 2011.

SEHATI, N.; DALALI, N.; SOLTANPOUR, S.; DORRAJI, M. S. S. **Application of hollow fiber membrane mediated with titanium dioxide nanowire/reduced graphene oxide nanocomposite in preconcentration of clotrimazole and tylosin.** Journal of Chromatography A, v. 1420, p. 46-53, 2015.

STEINER, M. T. A.; CHAVES NETO, A.; BRAULIO, S. N.; ALVES, V. **Métodos estatísticos multivariados aplicados à engenharia de avaliações.** Gestão & Produção, v. 15, n. 1, p. 23-32, 2008.

ZHOU, J.; NIE, W.; CHEN, Y.; YANG, C.; GONG, L.; ZHANG, C.; CHEN, Q.; HE, L.; FENG, X. **Quadruplex gold immunochromatographic assay for four families of antibiotic residues in milk.** Food Chemistry, v. 256, p. 304-310, 2018.

# CAPÍTULO 8

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

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 06/05/2020

### **Gleice Vasconcelos da Silva Pereira**

Universidade Federal do Pará (UFPA),  
Programa de Pós Graduação em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos (PPGCTA), Belém-  
Pará.

<http://lattes.cnpq.br/7932392876332323>

### **Glauce Vasconcelos da Silva Pereira**

Universidade Federal do Pará (UFPA),  
Programa de Pós Graduação em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos (PPGCTA), Belém-  
Pará.

<http://lattes.cnpq.br/3723814656898080>

### **Eleda Maria Paixão Xavier Neves**

Universidade Federal do Pará (UFPA),  
Programa de Pós Graduação em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos (PPGCTA), Belém-  
Pará.

<http://lattes.cnpq.br/0707872829607670>

### **Jose de Arimateia Rodrigues do Rego**

Universidade Federal do Pará (UFPA),  
Programa de Pós Graduação em Química  
(PPGQ), Belém-Pará.

<http://lattes.cnpq.br/4163468898377462>

### **Davi do Socorro Barros Brasil**

Universidade Federal do Pará (UFPA),  
Programa de Pós Graduação em Química  
(PPGQ), Belém-Pará.

<http://lattes.cnpq.br/0931007460545219>

### **Maria Regina Sarkis Peixoto Joele**

Instituto Federal de Educação, Ciência e

Tecnologia do Pará (IFPA), Programa de Pós  
Graduação em Desenvolvimento Rural e  
Gestão de Empreendimentos Agroalimentares,  
Castanhal-Pará.

<http://lattes.cnpq.br/2618640380469195>

**RESUMO:** Devido ao o longo período que permanecem na natureza, os polímeros sintéticos utilizados para elaborar embalagens plásticas estão sendo substituídos parcial ou total por biopolímeros naturais na produção de embalagens biodegradáveis, o que torna excelente alternativa para evitar o acúmulo de plásticos sintéticos que são um problema para o meio ambiente. Os filmes biodegradáveis podem ser produzidos a partir de proteínas, polissacarídeos e lipídeos, que são capazes de formar uma matriz coesa e contínua. Com isso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência das condições de elaboração de filmes biodegradáveis a base de proteínas miofibrilares de peixe e glicerol na conformação das proteínas e estabilidade. Observou-se através das micrografias óticas que o ajuste de pH na solução filmogênica tem grande influência na estrutura morfológica dos filmes e impacto na estabilidade durante armazenamento de acordo com os resultados de cor e opacidade, devido a solubilização total (desnaturação parcial) das proteínas. Os filmes apresentaram estrutura tridimensional contínua, densa, sem rachaduras, fissuras, fendas e espaços vazios quando ajustou-se o pH das soluções proteicas, demonstrando a importância dessa etapa na elaboração dos filmes.

**PALAVRAS-CHAVE:** resíduos de peixe,

desnaturação parcial proteica, estrutura morfológica, pH, solução filmogênica.

## STABILITY OF BIODEGRADABLE FILMS WITH ACOUPA WEAKFISH MYOFIBRILLARY PROTEINS (*CYNOSCION ACOUPA*)

**ABSTRACT:** Due to the long period that they remain in nature, the synthetic polymers used to manufacturing plastic packaging are being partially or totally replaced by natural biopolymers in the production of biodegradable packaging, which makes it an excellent alternative to avoid the accumulation of synthetic plastics that are a problem for the environment. Biodegradable films can be produced from proteins, polysaccharides, and lipids, which are capable of forming a cohesive and continuous matrix. With that, the objective of this research was to evaluate the influence of the conditions of elaboration of biodegradable films based on fish myofibrillar protein and glycerol in the conformation of proteins and stability. It was observed through optical micrographs that the pH adjustment in the filmogenic solution has a great influence on the morphological structure of the films and impact on the stability during storage according to the color and opacity results, due to the total solubilization (partial denaturation) of the proteins. The films presented a continuous, dense three-dimensional structure, without cracks, fissures, and empty spaces when the pH of the protein solutions was adjusted, demonstrating the importance of this stage in the preparation of the films.

**KEYWORDS:** fish residues, partial protein denaturation, morphological structure, pH, filmogenic solutions.

## 1 | INTRODUÇÃO

A indústria pesqueira, em virtude do grande volume de captura, dos métodos de processamento utilizados e das características peculiares da matéria prima, produz quantidade considerável de subprodutos, pois a maioria utiliza apenas o filé dos peixes, que é caracterizado sem a cabeça, vísceras, nadadeiras, pele e escamas (Souza & Inhamuns, 2011).

As embalagens são utilizadas para preservar, proteger e vender o produto embalado, aumentando sua vida útil (Souza *et al.* 2012). O impacto ambiental de resíduos plásticos não biodegradáveis é uma preocupação global crescente. Com o objetivo de substituir parcialmente esse tipo de material, pesquisas estão em andamento para encontrar materiais poliméricos ecológicos renováveis (Kaewprachu *et al.* 2018), o que contribuem para a diminuição da poluição ambiental (Pereira *et al.* 2019b).

Portanto, as pesquisas sobre novas embalagens de alimentos têm sido direcionadas para a elaboração de filmes e revestimentos à base de biopolímeros, como as proteínas que são totalmente biodegradáveis, contribuindo para diminuir a poluição ambiental (Pereira *et al.* 2019a; Pereira *et al.* 2019b). Dentre os agentes formadores de filme, as proteínas miofibrilares de pescado (biopolímero natural) apresentam algumas propriedades vantajosas, como habilidade para formar redes, plasticidade e elasticidade e uma boa

barreira ao oxigênio (Zavareze *et al.* 2012). O glicerol e sorbitol quando adicionados a solução filmogênica a base de proteínas alteram as propriedades mecânicas e físicas dos filmes (CAO *et al.* 2009), além de conferir flexibilidade.

Segundo Fernandes *et al.* (2015) as propriedades ópticas dos filmes são muito importantes para o uso como embalagens de alimentos, pois influenciam na apresentação do produto e nas propriedades de barreira a luz, por que estão relacionadas à cor, brilho e transparência desses filmes. Na área de alimentos, muitas vezes, é desejável uma embalagem transparente, que permita a visualização da qualidade do produto. Por outro lado, os consumidores exigem alta qualidade do alimento e data de validade mais prolongada, e que a embalagem seja transparente para facilitar a visualização do alimento e resistente quanto à contaminação, umidade e oxidação (Arrieta *et al.* 2015).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência dos parâmetros de elaboração (adição de plastificante, pH e temperatura da solução filmogênica) de filmes biodegradáveis a base de proteínas miofibrilares de pescada amarela na sua estabilidade durante armazenamento avaliando a estrutura morfológica, cor e opacidade dos filmes.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados subprodutos do processamento da filetagem industrial de pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), doados por empresa de pesca local, como matéria-prima para elaboração de filmes biodegradáveis, que foram transportados acondicionados em caixa térmica com gelo, para o laboratório de processamento. Os subprodutos foram higienizados com água clorada (5ppm) a 4°C/5 min., posteriormente retiradas as peles, espinhas e outros materiais para obter a massa muscular, que foi embalada à vácuo e armazenada em freezer a – 18 °C.

### 2.1 Obtenção das proteínas miofibrilares liofilizadas (PML)

As proteínas miofibrilares foram isoladas de acordo com a metodologia proposta por Limpan *et al.* (2012) e Pereira *et al.* (2019b), com modificações na etapa de homogeneização e secagem. O músculo triturado (Sire cutter, Filizzola, Brasil) foi misturado manualmente (5 min.) na proporção de 1:3 (músculo:ácido) com solução de ácido fosfórico (HPO<sub>3</sub>) a 0,05% (4-5 °C) e filtrado em tecido failete. posteriormente, misturado com solução de cloreto de sódio (Synth PA-ACS) a 50 Mm (proporção 1:5), resfriado e filtrado, este processo foi realizado por mais duas vezes. O material retido foi misturado com três volumes de água destilada a 5 °C e filtrado novamente. Após estas etapas, as proteínas miofibrilares obtidas foram distribuídas em bandejas de aço inoxidável, congeladas a -22°C e liofilizadas (Liobras, L101 Liotop, Brasil) a -60°C por 48 horas para obtenção das proteínas miofibrilares liofilizadas (PML).

## 2.2 Elaboração dos filmes biodegradáveis

Os filmes foram elaborados seguindo metodologia de Limpan *et al.* (2012) e Pereira *et al.* (2019b) com modificações. Foram preparadas soluções filmogênicas de proteínas miofibrilares com 120ml de água destilada, e o pH foi ajustado para 11,0 com NaOH 2M, e adicionado 50% de glicerol como plastificante (Tabela 1). As soluções obtidas foram homogeneizadas a 10.000 rpm/5 minutos com Turrtec (Tecnal, TE-102, Braisl) e em seguida, colocadas em banho-maria (Tecnal, TE-057, Brasil) durante 30 minutos, posteriormente, todas as soluções foram filtradas (tecido faillet). Para obtenção dos filmes, 120 ml de cada solução, foram adicionadas em recipientes de silicone (22 cm de diâmetro/2,5 cm de altura), secas em estufa incubadora D.B.O (Quimis, 0315M16, Brasil) com circulação de ar a 26°C por 17 horas. Após a secagem, os filmes foram embalados (Fastvac, F200, Brasil) e armazenados a 25 °C.

Foram elaborados 8 filmes com 1% de proteínas miofibrilares liofilizadas, alterando o pH das soluções, a adição de plastificante e tratamento térmico para avaliar qual destes parâmetros influência na estabilidade dos mesmos (Tabela 1).

Filmes elaborados	Plastificante (%)	pH da solução	Tratamento térmico (°C)
P70	0	6 ±1*	70
P90	0	6±1*	90
PG70	50	6±1*	70
PG90	50	6±1*	90
PD70	0	11**	70
PD90	0	11**	90
PDG70	50	11**	70
PDG90	50	11**	90

Tabela 1- Formulações e tratamento térmico dos filmes elaborados

\*Não foram ajustados o pH das soluções. \*\*Foi feito o ajuste do pH das soluções com NaOH.

## 2.3 Caracterização da matéria-prima e filmes biodegradáveis

### 2.3.1 Microscopia óptica da proteínas miofibrilares de peixe e dos filmes biodegradáveis

Foi avaliada em microscópio portátil (Digital microscope electronic magnifier), com ampliação de 1000X.

### 2.3.2 Cor e opacidade dos filmes biodegradáveis

A cor instrumental dos filmes foi avaliada determinando os parâmetros  $L^*$  (luminosidade),  $b^*$  (intensidade do amarelo),  $C^*$  (valor do croma),  $h^*$  (ângulo de tonalidade) em colorímetro portátil (Konica Minolta, CR 400) trabalhando com iluminante D65 (luz do dia) (Gennadios et al., 1996) e calculada a diferença de cor (DE). A opacidade foi determinada utilizando-se o software do calorímetro de acordo com Sobral (1999), calculada como a relação entre a opacidade do filme sobreposto ao padrão preto ( $Y_p$ ) e ao padrão branco ( $Y_b$ ), (Equação 1).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.4 Microscopia ótica da matéria-prima e dos filmes biodegradáveis

As proteínas miofibrilares liofilizadas (PML) de pescada amarela apresentam uma estrutura homogênea e compacta, conforme pode-se observar pela microscopia ótica (Figura 1), porém há presença de algumas fissuras, provavelmente devido à etapa de trituração e peneiramento. Pereira et al. (2019a) apresentaram rachaduras com partículas quebradiças para estrutura das proteínas, provavelmente porque as etapas de moagem e agitação quebram o equilíbrio de forças que mantêm a estrutura proteica. Segundo Haque et al. (2015) a agitação e a trituração rompem o equilíbrio de forças que mantêm a estrutura proteica, e o processamento da proteínas ocasiona uma desnaturação parcial, o que geralmente reduz sua eficácia funcional, porém, podem ser usadas como ingredientes, como foi observado durante o processo de elaboração e formação dos filmes (Figuras 2, 3 e 4).

Para serem utilizadas como matérias-primas para elaboração de filmes, um certo grau de processamento é de suma importância nas proteínas miofibrilares. Durante a etapa de ajuste de pH (tópico 2.3), as proteínas foram solubilizadas (desnaturação parcial) nas soluções filmogênicas, sendo utilizado o NaOH nas soluções ocorrendo solubilização total das mesmas (Figura 2B), o que confere filmes com estruturas transparentes (Figura 2C), que confirma a agregação de proteínas para formar uma rede densa e continua (Figura 4 e 5C e D) (Limpan *et al.* 2010). De acordo com Haque et al. (2015), um certo grau de processamento é essencial para prolongar o prazo de validade e para utilizar estas proteínas como ingredientes.

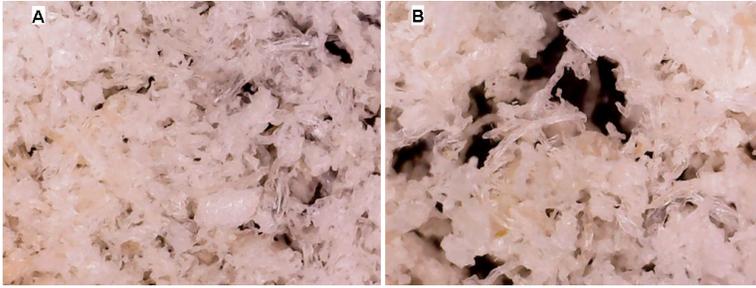


Figura 1 – Microscopia ótica (ampliação 1000X) das PML.

As proteínas miofibrilares são insolúveis em água, porém podem ser solubilizadas para formar a solução filmogênica, alterando-se o pH da solução (Zavareze et al., 2012). Portanto, para preparar filmes de proteínas miofibrilares, o pH da solução formadora deve ser ajustado para mais elevado ou mais baixo (valores de pH extremos), longe do ponto isoelétrico (PI) da proteínas, o que facilita a solubilização e evita a precipitação das mesmas.

A estrutura morfológica dos filmes biodegráveis foi identificada por microscopia óptica, onde pode-se observar que os filmes elaborados sem ajuste do pH na solução filmogênica apresentaram fendas e espaços vazios, ou seja, filmes com estruturas descontínuas, independente da temperatura utilizada no banho-maria, 70 ou 90oC (Figuras 3 e 4A e B). O que pode estar associado a falta de solubilização das proteínas miofibrilares devido a falta de ajuste do pH das soluções (item 2.3; Tabela 1), pois a desnaturação parcial proteica pode está diretamente relacionado com a solubilização das mesmas pelo ajuste do pH. Já os filmes que passaram pelo ajuste de pH (PD70, PD 90, PDG70 e PDG90) apresentaram estruturas contínuas dos filmes. Pereira et al. (2019b) também encontraram estruturas homogêneas para filmes de proteínas miofibrilares de peixe com ajuste de pH para 11, no entanto, também mostra a presença de pequenas bolhas de ar devido à formação de espuma durante a homogeneização da solução e trincas (fissuras) na superfície dos filmes podem ter sido produzidas pelo tratamento a vácuo aplicado à amostra antes da realização da microscopia. Souza (2013), afirma que a intensidade de desnaturação e interação das diferentes proteínas ocorre em diferentes formas e intensidade quando se varia o valor de pH do meio em que estas se encontram. Pereira et al. (2019b).

De outra forma, observa-se que as estruturas tridimensionais dos filmes com ajuste do pH para 11 apresentam forma mais homogênea, com estruturas densas e contínuas, sem o aparecimento de fissuras, rachaduras e possíveis pontos insolúveis proteicos nas duas temperaturas utilizadas no banho-maria. Nas formulações em que foi adicionado o glicerol percebe-se estruturas de filmes mais brilhantes (PDG70 e PDG90) (Figuras 3 e 4C e D).

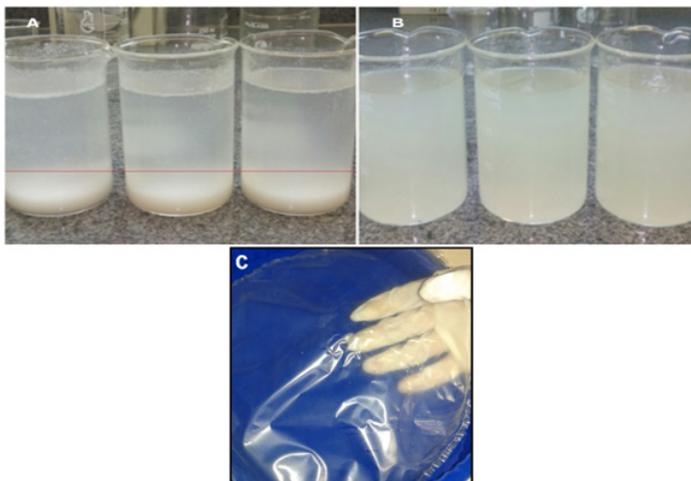


Figura 2. Etapas de elaboração dos filmes biodegradáveis de proteínas miofibrilares liofilizadas (PML). A- Soluções filmogênicas sem NaOH (sem ajuste de pH), B - Soluções filmogênicas com adição de NaOH (ajuste de pH) e C - Filme biodegradável com PML.

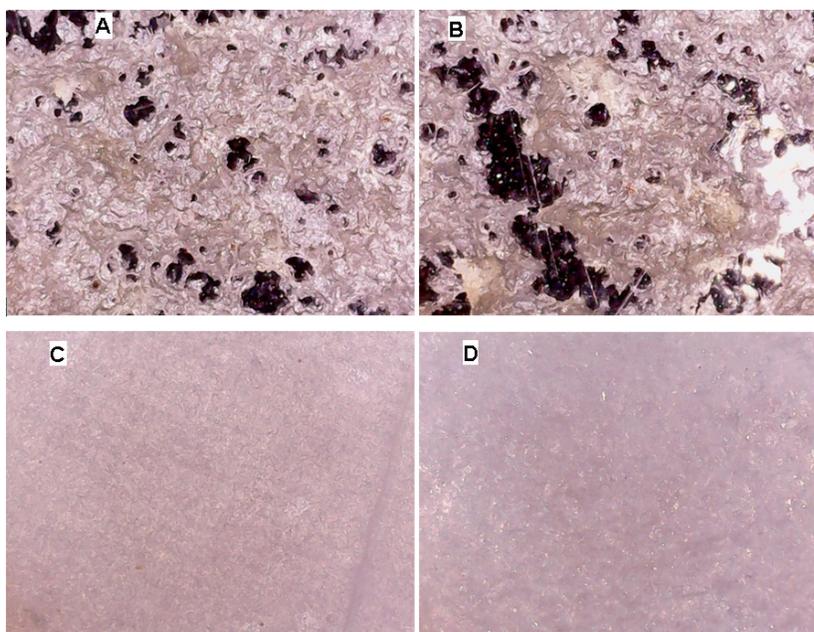


Figura 3 – Microscopia óptica (ampliação 1000X) de filmes biodegradáveis a base PML. A - sem ajuste de pH a 70 °C (P70); B - sem ajuste de pH a 90 °C (P90); C - com ajuste de pH 11 a 70 °C (PD70); e D - com ajuste de pH 11 à 90 °C (PD90).

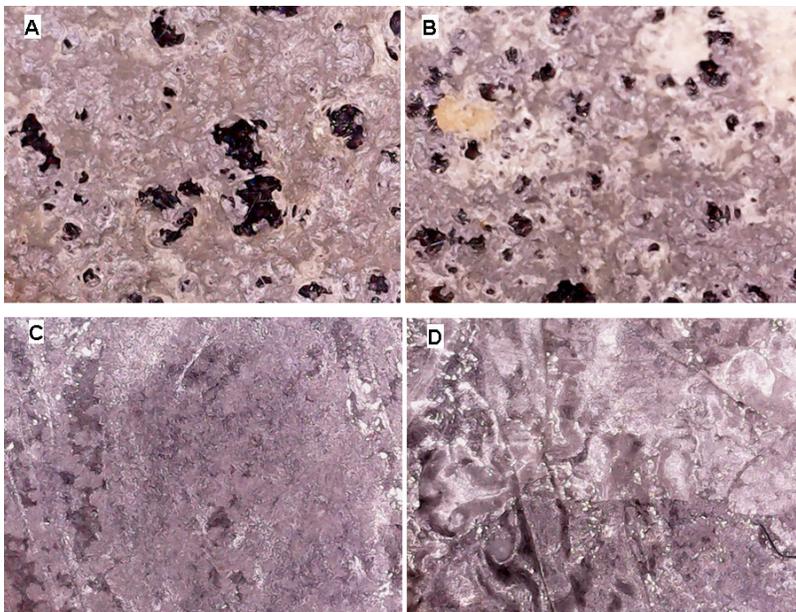


Figura 4 – Microscopia óptica (ampliação 1000X) de filmes biodegradáveis a base de PML. A - sem ajuste de pH a 70 °C (PG70); B sem ajuste de pH a 90 °C (PG90); C - com ajuste de pH 11 à 70 (PDG70) - D com ajuste de pH 11 à 90 °C (PDG90).

### 3.4.1 Cor e opacidade dos filmes biodegradáveis

Os parâmetros de cor ( $L^*$ ,  $b^*$ , DE,  $^*C$  e  $^*h$ ) e opacidade (OP) dos filmes produzidos com proteínas miofibrilares liofilizadas de peixe (PML) e glicerol estão apresentados na Tabela 2, para as amostras PG70 e PG90, estas análises não foram executadas por dificuldade de manuseio dos filmes. Todos os filmes apresentaram alta luminosidade tanto na 1<sup>o</sup> como na 20<sup>o</sup> semana, no entanto, os filmes PD70, PDG70 e PDG90 foram os que apresentaram maiores valores de luminosidade ( $L^*$ ) quando comparados aos demais filmes, apresentando diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ), demonstrando a contribuição positiva destes processamentos nos filmes elaborados. O mesmo ocorreu com as amostras analisadas na 20<sup>o</sup> semana, com boa aparência, pois quanto mais próximo de 100 mais clara é a superfície dos filmes.

Comparando a estabilidade dos filmes entre as semanas avaliadas, notou-se que as amostras não solubilizadas (sem ajuste de pH (P70 e P90)), que apenas a P70 teve a luminosidade do filme afetada significativamente pelo tempo de avaliação. Não obstante, as amostras que tiveram solubilização total das proteínas (com ajuste de pH (item 2.3)) e adição do glicerol (PD70, PD90, PDG70 e PDG90) não tiveram a luminosidade afetada ( $p \leq 0,5$ ) durante o armazenamento, garantindo assim a estabilidade dos mesmos neste parâmetro ( $L^*$ ). Arfat *et al.* (2016) encontraram para este parâmetro valor de  $L = 90,191$  utilizando proteínas de peixe (*Selaroides leptolepis*).

Todos os filmes apresentaram tendência a cor amarela de acordo com os valores de +b\*. Observa-se que entre as amostras analisadas, tanto na 1º e 20º semanas, os filmes PDG70 e PDG90 apresentaram os menores valores para este parâmetro ( $p \leq 0,5$ ), demonstrando a contribuição positiva do processo de solubilização das proteínas (ajuste pH) com adição de glicerol. Porém, comparando os períodos de avaliação as amostras não tiveram esse parâmetro afetado ( $p \leq 0,5$ ), exceto amostra P70. Esta tendência de cor amarela de filmes com proteínas de peixe foi reportada também por Arfat et al. (2016), que relatam que uma condição alcalina poderia induzir a formação de pigmento amarelado, principalmente via reação de Maillard. Tongnuanchan *et al.* (2011) o pH alcalino favorece a formação de redutona sobre a produção furfural dos produtos de amadori, levando ao desenvolvimento de cores em filmes à base de proteínas.

1º semana						
Amostras	L*	b*	$\Delta E$	C*	h*	OP (%)
P70	93,71±0,06 <sup>C,c</sup>	18,02±0,75 <sup>B,d</sup>	13,95±0,05 <sup>B,c</sup>	19,17±0,72 <sup>B,c</sup>	109,90±0,69 <sup>D,d</sup>	20,47±0,19 <sup>C,d</sup>
PD70	94,35±0,21 <sup>B,b</sup>	13,91±0,11 <sup>D,b,f</sup>	11,13±0,08 <sup>D,e</sup>	15,25±0,09 <sup>D,e</sup>	114,13±0,23 <sup>B,b</sup>	23,63±0,21 <sup>A,a,b</sup>
P90	92,11±0,04 <sup>E,f</sup>	19,36±0,18 <sup>A,c</sup>	15,72±0,17 <sup>A,b</sup>	20,42±0,18 <sup>A,b</sup>	108,49±0,09 <sup>E,e</sup>	22,30±0,23 <sup>B,d,c</sup>
PD90	93,17±0,08 <sup>B,c,d</sup>	15,42±0,12 <sup>C,e</sup>	12,10±0,07 <sup>C,d</sup>	16,79±0,15 <sup>C,d</sup>	111,81±0,22 <sup>C,c</sup>	19,88±0,95 <sup>C,d</sup>
PDG70	94,53±0,15 <sup>A,B,a,b</sup>	11,30±0,15 <sup>E,g</sup>	9,06±0,03 <sup>E,f</sup>	12,86±0,13 <sup>E,f</sup>	117,43±0,24 <sup>A,a</sup>	11,80±0,07 <sup>D,e,f</sup>
PDG90	94,77±0,05 <sup>A,a,b</sup>	11,16±0,13 <sup>E,g</sup>	9,04±0,03 <sup>E,f</sup>	12,60±0,10 <sup>E,f</sup>	117,94±0,21 <sup>A,a</sup>	11,56±0,41 <sup>D,f</sup>

20º Semanas						
Amostras	L*	b*	$\Delta E$	C*	h*	OP (%)
P70	92,82±0,02 <sup>B,d</sup>	20,19±0,38 <sup>A,a,c</sup>	16,67±0,37 <sup>A,a</sup>	21,24±0,38 <sup>A,a,b</sup>	108,09±0,32 <sup>D,e</sup>	20,84±0,03 <sup>B,c,d</sup>
PD70	94,58±0,13 <sup>A,a,b</sup>	13,60±0,28 <sup>C,f</sup>	11,04±0,20 <sup>C,e</sup>	15,00±0,27 <sup>C,e</sup>	114,94±0,32 <sup>B,b</sup>	24,33±0,99 <sup>A,a</sup>
P90	92,00±0,12 <sup>C,f</sup>	20,76±0,21 <sup>A,a</sup>	17,06±0,20 <sup>A,a</sup>	21,74±0,19 <sup>A,a</sup>	107,27±0,22 <sup>D,e</sup>	22,66±0,61 <sup>A,b</sup>
PD90	93,31±0,64 <sup>B,c,d</sup>	14,94±0,95 <sup>B,b</sup>	12,37±0,41 <sup>B,d</sup>	16,94±0,56 <sup>B,d</sup>	112,10±0,79 <sup>C,c</sup>	20,31±0,98 <sup>B,d</sup>
PDG70	94,70±0,02 <sup>A,a,b</sup>	11,28±0,40 <sup>D,g</sup>	9,10±0,32 <sup>D,f</sup>	12,78±0,38 <sup>D,f</sup>	118,04±0,61 <sup>A,a</sup>	13,39±0,19 <sup>C,e</sup>
PDG90	95,02±0,04 <sup>A,a</sup>	10,85±0,26 <sup>D,g</sup>	8,65± <sup>D,f</sup>	12,34±0,24 <sup>D,f</sup>	118,49±0,57 <sup>A,a</sup>	12,29±0,26 <sup>C,e,f</sup>

Tabela 2 – Resultados de cor e opacidade dos filmes biodegradáveis

Letras maiúsculas iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) nas amostras analisadas no mesmo período. Letras minúsculas iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) comparando as amostras na 1ª e 20ª semana.

O resultado do  $\Delta E$  (diferença total de cor) indica a magnitude da diferença total de cor entre os parâmetros analisados (L\* e b\*) e observa-se que as amostras com ajuste do pH e adição de glicerol independente da temperatura utilizada para elaboração dos filmes (PDG70 e PDG90) nas respectivas semanas (1º e 20), apresentaram menor variação ( $p \leq 0,5$ ) para este parâmetro quando comparadas as demais amostras.

Em relação ao croma  $C^*$  (quanto maior o valor de croma mais pura e intensa é a cor), que pode ser utilizada na distinção de uma cor fraca e uma cor forte, observou-se que as amostras sem o ajuste de pH P70 e P90 analisadas no mesmo período (1º e 20º semana), foram as que apresentaram cor mais intensa ( $p \leq 0,05$ ), visto que este parâmetro é dependente de  $b^*$  na mesma intensidade, conferindo cor mais amarela devido a não solubilização total das proteínas, intensificando suas cores. Porém, as amostras com solubilização total (desnaturação parcial) devido o ajuste de pH (PD70, PD90, PDG70 e PDG90), obtiveram menores valores de  $C^*$  ( $p \leq 0,05$ ). Comparando o tempo de armazenamento, estes filmes não sofreram mudança significativas ( $p \leq 0,05$ ) na intensidade de cor, o que pode-se inferir a estabilidade positiva destes filmes ao longo do armazenamento, sem alteração significativa de cor, assim, estes processamentos apresentaram uma tendência de cor clara para estes filmes.

O ângulo de tonalidade  $h^*$  confirma a coloração escura das amostras P70 e P90 ( $p \leq 0,05$ ) quando comparados aos filmes (PD70, PD90, PDG70 e PDG90) analisados no mesmo período. O mesmo comportamento ocorreu também quando as amostras (PD70, PD90, PDG70 e PDG90) foram comparadas nos períodos (1 e 20º semana).

Observa-se que os filmes PDG70 e PDG90, com solução de proteínas totalmente solubilizada e contendo o glicerol, analisados (1 e 20º semana), apresentaram filmes menos opacos ( $p \leq 0,05$ ) comparados aos demais filmes, indicando a contribuição positiva do processo de solubilização das proteínas (desnaturação parcial) na etapa de ajuste de pH nos filmes. Não obstante, em relação a estabilidade dos filmes (comparados entre as semanas), observou-se que o aumento na opacidade (o bloqueio da passagem de luz caracteriza a baixa transparência de um material) não foi significativo durante a estocagem, o mesmo ocorreu com os filmes PD70 e PD90. Estes resultados sugerem que os filmes de proteínas miofibrilares de pescada amarela são estáveis durante o processo de armazenamento dos filmes e são transparentes, claros o suficiente para visualizar o produto através da embalagem (Figura 2C) e possuem bloqueio da luz, propriedade importante para evitar a oxidação dos alimentos (Blanco-pascual, Fernández-martín, & Montero, 2014). No entanto, a escolha da formulação mais adequada dependerá do produto para o qual a embalagem será destinada.

## 4 | CONCLUSÕES

Para a elaboração dos filmes biodegradáveis de proteínas de peixe foi observado a importância da etapa de ajuste de pH (solubilização total das proteínas). Os filmes apresentaram estrutura homogênea, densa, contínua e brilhosa, observada pela análise de microscópica e foto do filme. As amostras PD70, PD90, PDG70 e PDG90, que passaram pelo mesmo processo de ajuste de pH e com adição de glicerol apresentaram filmes com maior luminosidade, menor cor amarela, menor intensidade de cor ( $C^*$ ) e tonalidades ( $h^*$ )

mais claras. Estas mesmas amostras não sofreram mudanças significativas com o tempo de armazenamento durante (1° a 20° semanas) para estes parâmetros, com exceção da amostra PD90 que apresentou uma diminuição significativa na cor amarela com o tempo de estocagem. Os filmes adicionados de glicerol PDG70 e PDG90 foram os que apresentaram melhores resultados para parâmetros L\*, b\*, ΔE, C\*, h\* e Opacidade. O processo de solubilização total das proteínas na etapa de ajuste de pH das soluções filmogênicas mostrou-se fundamental para elaboração dos filmes biodegradáveis e para sua avaliação no período de estocagem estudada.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve o apoio do Programa de Pós-graduação e Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA/UFPA), do Conselho Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico / CNPq / Processo nº 469101/2014-8 e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

## REFERÊNCIAS

ARFAT, Y.A.; BENJAKUL, S.; PRODPRAN, T.; SUMPAPAPOL, P.; SONGTIPYA, P. **Physico-Mechanical Characterization and Antimicrobial Properties of Fish Protein Isolate/Fish Skin Gelatin-Zinc Oxide (ZnO) Nanocomposite Films**. Food and Bioprocess Technology, v. 9, n. 1, 101–112, 2016 .

ARRIETA, M.P., FORTUNATI, E., DOMINICI, F., LÓPEZ, J., KENNY, J.M. Bionanocomposite films based on plasticized PLA-PHB/cellulose nanocrystal blends. Carbohydrate Polymers, v. 121, p. 265-275, 2015.

BLANCO-PASCUAL, N.; FERNÁNDEZ-MARTÍN, F.; MONTERO, P. **Jumbo squid (*Dosidicus gigas*) myofibrillar protein concentrate for edible packaging films and storage stability**. LWT - Food Science and Technology, 55(2), 543–550, 2014.

FERNANDES A. P. S., COSTA, J. B., SOARES, D. S. B., MOURA, C. J., SOUZA, A. R. M. **Aplicação de filmes biodegradáveis produzidos a partir de concentrado proteico de soro de leite irradiado**. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 45, n. 2, 192-199, 2015.

GENNADIOS, A., WELLER, C.L., HANNA, M.A., & FRONING, G.W. **Mechanical and barrier properties of egg albumen films**. Journal of Food Science, v. 61, p. 585-589, 1996.

HAQUE, M. A., CHEN, J., ALDRED, P., ADHIKARI, B. **Drying and denaturation characteristics of whey protein isolate in the presence lactose and trehalose**. Food Chemistry, 177, 8-16, 2015.

KAEWPRACHU, P., OSAKO, K., RUNGRAENG, N., RAWDKUEN, S. **Characterization of fish myofibrillar protein film incorporated with catechin-Kradon extract**. International Journal of Biological Macromolecules, 107, 1463–1473, 2018.

LIMPAN, N.; PRODPRAN, T.; BENJAKUL, S.; PRASARPRAN, S. **Properties of biodegradable blend films based on fish myofibrillar protein and polyvinyl alcohol as influenced by blend composition and pH level.** *Journal of Food Engineering*, v. 100, n. 1, p. 85–92, 2010.

LIMPAN, N.; PRODPRAN, T.; BENJAKUL, S.; PRASARPRAN, S. **Influences of degree of hydrolysis and molecular weight of poly(vinyl alcohol) (PVA) on properties of fish myofibrillar protein/PVA blend films.** *Food Hydrocolloids*, 29(1), 226-233, 2012.

PEREIRA, G.V.S., PEREIRA, G.V.S., ARAUJO, E.F., XAVIER, E.M.P., JOELE, M.R.S.P., & LOURENÇO, L.F.H. (2019a). Optimized process to produce biodegradable films with myofibrillar proteins from fish byproducts. *Food Packaging and Shelf Life*, 21, 100364.

PEREIRA, G.V.S., PEREIRA, G.V.S., NEVES, E.M.P.X., JOELE, M.R.S.P., LIMA, C.L.S., LOURENÇO, L.F.H. **Effect of adding fatty acids and surfactant on the functional properties of biodegradable films prepared with myofibrillar proteins from acoupa weakfish (*Cynoscion acoupa*).** *Food Science and Technology*, v. 39, p. 1, p. 287–294, 2019b.

SOBRAL, P. J. A. (1999). Propriedades funcionais de biofilmes de gelatina em função da espessura. *Ciência e Engenharia*, v. 8, n. 1, p. 60-67.

SOUZA, A. B. (2013). **Avaliação da influência tecnológica da relação soroproteína/caseínas durante condições simuladas de processamento térmico** (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

SOUZA, A.F.L., INHAMUNS, A.J. **Análise de rendimento cárneo das principais espécies de peixes comercializadas no Estado do Amazonas, Brasil.** *Acta Amazônica*, v. 41, n. 2, p. 289-296, 2011.

SOUZA, C.O., SILVA, T.L., DRUZIAN, J.I. **Estudo comparativo da caracterização de filmes biodegradáveis de amido de mandioca contendo polpas de manga e de acerola.** *Química Nova*, v. 35, p. 2, p. 262-267, 2012.

TONGNUANCHAN, P., BENJAKUL, S., PRODPRAN, T., SONGTIPYA, P. **Characteristics of film based on protein isolate from red tilapia muscle with negligible yellow discoloration.** *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 48, p. 758-767, 2011.

ZAVAREZE E. R., HALAL S. L. M., TELLES A. C. PRENTICE-HERNÁNDEZ C. **Filmes biodegradáveis à base de proteínas miofibrilares de pescado.** *Brazilian Journal Food Technology*, v. 15, p.53-57, 2012.

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

Data de aceite: 01/07/2020

### **Nayara Pereira Lima**

Universidade Estadual de Londrina, Londrina,  
PR. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5587861574886419>

### **Denzel Washihgton Cardoso Bom Tempo**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Maranhão – Campus São Luís-  
Maracanã, São Luís, MA. Currículo Lattes:  
<http://lattes.cnpq.br/6781232505591626>

### **Ana Maria Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Maranhão – Campus São Luís-  
Maracanã, São Luís, MA. Currículo Lattes:  
<http://lattes.cnpq.br/9348000961533319>

### **Auxiliadora Cristina Corrêa Barata Lopes**

Universidade Federal do Maranhão, São  
Luís, MA. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6387155348626325>

**RESUMO:** O fruto de *Bunchosia glandulifera* é cultivado principalmente nas regiões do sul da América, abrangendo o Brasil. É conhecido por café-do-amazonas, porém, também pode ser denominado como caferana, cafezinho, ameixa-do-pará, ciruela, caramel, ameixa-brava, ameixa-do-peru e falso-guaraná. Dados relacionados à sua produção, aplicação e comercialização são limitados, tornando ainda mais interessante o estudo desta fruta. O objetivo do presente trabalho foi realizar a caracterização físico-

química da fruta café-do-amazonas (*Bunchosia glandulifera*), propor tecnologias de utilização e fornecer dados para a literatura científica visando contribuir com pesquisas futuras relacionadas à fruta. Foram realizadas as análises de pH, acidez titulável, umidade, cinzas, °BRIX, proteínas, lipídeos, carboidratos e valor calórico do fruto. Os resultados encontrados para os parâmetros citados anteriormente, constatarem o potencial da fruta utilizada na pesquisa, pois ela apresentou acidez titulável reduzida (0,41%), pH igual a 5,77, quantidade significativa de minerais em sua composição (cinzas = 2,23%) e teor elevado de carboidratos (16,06%), °BRIX (11,86) e lipídios (11,22 g/100g), podendo ser aplicada no processamento de doces, geleia e sorvete. Além disso, o trabalho propõe a investigação da composição centesimal da semente do fruto de *Bunchosia glandulifera*, com o intuito de conhecer e possivelmente aproveitar essa parte da fruta, desenvolvendo farinha e aplicando em produtos da área de panificação. Os dados encontrados foram promissores para a literatura científica, visto que, a fruta café-do-amazonas não é muito explorada, apesar da sua excelente composição físico-química.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fruta; caracterização; físico-química; *Bunchosia glandulifera*.

# STUDY OF THE FRUIT SPHERE CAFÉ-DO-AMAZONAS (*BUNCHOSIA GLANDULIFERA*): PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION AND TECHNOLOGICAL PROPOSALS FOR USE

**ABSTRACT:** The fruit of *Bunchosia glandulifera* is grown mainly in the regions of southern America, covering Brazil. It is known as café-do-amazonas, however, it can also be called caferana, cafezinho, plum-do-pará, ciruela, caramel, plum, turkey and plum-guaraná. Data related to its production, application and commercialization are limited, making the study of this fruit even more interesting. The objective of the present work was to carry out the physical-chemical characterization of the Amazon coffee fruit (*Bunchosia glandulifera*), to propose technologies for use and to provide data for the scientific literature in order to contribute to future research related to the fruit. Analyzes of pH, titratable acidity, moisture, ash, °BRIX, proteins, lipids, carbohydrates and caloric value of the fruit were performed. The results found for the parameters mentioned above, verified the potential of the fruit used in the research, since it had reduced titratable acidity (0.41%), pH equal to 5.77, significant amount of minerals in its composition (ash = 2, 23%) and high content of carbohydrates (16.06%), °BRIX (11.86) and lipids (11.22 g / 100g), which can be applied in the processing of sweets, jelly and ice cream. In addition, the work proposes the investigation of the proximate composition of the seed of the fruit of *Bunchosia glandulifera*, in order to know and possibly take advantage of this part of the fruit, developing flour and applying it to products in the bakery area. The data found were promising for the scientific literature, since the Amazon coffee fruit is not widely explored, despite its excellent physical-chemical composition.

**KEYWORDS:** Fruit; description; physicochemical; *Bunchosia glandulifera*.

## INTRODUÇÃO

A fruta café-do-amazonas (*Bunchosia glandulifera*) também é conhecida como caferana, cafezinho, ameixa-do-pará, ciruela, caramel, ameixa-brava, ameixa-do-peru e falso-guaraná. Sua produção ocorre nas regiões do sul da América, principalmente no Equador, Venezuela, Peru, Bolívia, Colômbia e Brasil. A sua polpa apresenta alto teor de cafeína e vitamina C, sendo considerado um fruto com capacidade antioxidante elevada (LIM, 2012; SILVA *et al.*, 2016).

Entre a enorme variedade de frutas encontradas no Brasil, *Bunchosia glandulifera* é uma espécie exótica cultivada em residências ou fazendas particulares. No seu processo de maturação (Figura 1), a fruta é colhida para consumo quando está madura e nesse período ela apresenta cor vermelha. Porém, antes do amadurecimento, a película que reveste o fruto (epicarpo/casca) passa por três outras colorações: verde, amarelo e laranja. Em 30 dias, aproximadamente, o fruto amadurece e as duas últimas etapas da maturação acontecem em um período de 3 a 4 dias (BLANK *et al.*, 2018).



Figura 1 – Processo de maturação da fruta café-do-amazonas (*Bunchosia glandulifera*).

Fonte – Autoria própria.

A coloração da fruta está associada à presença de carotenóides, que são os compostos bioativos que viabilizam a proteção contra doenças ocasionadas pelo estresse oxidativo e são responsáveis por prevenir doenças cardiovasculares e o câncer de próstata. No fruto de *Bunchosia glandulifera*, o principal carotenóide presente na polpa é o licopeno, que está integralmente relacionado à cor avermelhada. Além disso, a fruta é rica em compostos fenólicos, possuindo aproximadamente 2.193mg destes a cada 100g da amostra. Este valor é superior aos que são encontrados para a maior parte das frutas (SILVA *et al.*, 2016).

A fruta café-do-amazonas é uma excelente fonte de macronutrientes essenciais e micronutrientes, podendo ser amplamente incorporada na alimentação dos seres humanos. Além de fornecer compostos bioativos, a fruta café-do-amazonas contém diversos nutrientes, sendo uma excelente fonte de macronutrientes essenciais e micronutrientes, podendo ser amplamente incorporada na alimentação dos seres humanos (BLANK *et al.*, 2018).

Na parte interna da fruta café-do-amazonas (Figura 2) é possível observar que o fruto apresenta uma única semente, a polpa é pouco consistente, de sabor doce e aspecto cremoso, que pode ser consumida de modo natural ou aplicando uma tecnologia, transformando-a em doce ou geleia (SILVA *et al.*, 2012).



Figura 2 – Parte interna da fruta café-do-amazonas (*Bunchosia glandulifera*).

Fonte – Autoria própria.

Desta forma, considerando a escassez de pesquisas científicas sobre o fruto de *Bunchosia armeniaca* e a importância de determinar as propriedades nutricionais das frutas, principalmente as exóticas, visando o seu maior aproveitamento, seja no consumo *in natura* ou no desenvolvimento de novos produtos alimentícios, este trabalho almejou

realizar a caracterização físico-química da fruta café-do-amazonas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A fruta utilizada na pesquisa foi a café-do-amazonas (*Bunchosia glandulifera*). Esta encontrava-se em estado maduro (Figura 3) e foi obtida de uma produção localizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Campus São Luís-Maracanã.



Figura 3 – Fruta café-do-amazonas (*Bunchosia glandulifera*) em estado maduro.

Fonte – Autoria própria.

As análises da caracterização físico-química da fruta (Figura 4) foram realizadas no Laboratório de Química do IFMA, Campus São Luís-Maracanã, em triplicata, e seguiram as recomendações das metodologias amplamente testadas e referendadas propostas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1997) e Osborne e Voogt (1978):

- O valor de pH foi determinado por leitura direta em pHmetro tipo caneta da marca ATC, com inserção de eletrodo em uma solução obtida com a homogeneização do produto com água destilada (IAL, 2008);
- A análise da acidez titulável foi realizada por volumetria com titulação direta em solução de hidróxido de sódio 0,1 M, com o auxílio de solução de fenolftaleína como indicador ácido-base (IAL, 2008);

- A umidade foi determinada pelo método gravimétrico com emprego de calor, em que se determinou a perda de peso do material quando submetido ao aquecimento de 105°C em estufa (marca Lucadema) até obtenção de peso constante (IAL, 2008);
- A determinação das cinzas foi realizada a partir da incineração em mufla (marca Jung) a 550°C da amostra, até a eliminação completa da matéria orgânica (IAL, 2008);
- A determinação do °BRIX ou de sólidos solúveis por refratometria foi realizada por leitura direta em refratômetro (IAL, 2008);
- A fração proteica foi obtida pela determinação da porcentagem de nitrogênio total da amostra segundo o método de *Kjeldahl* (IAL, 2008);
- A extração de gorduras foi realizada em aparelho do tipo *Soxhlet*, seguida da remoção por evaporação do solvente empregado (IAL, 2008);
- A determinação de carboidratos foi baseada na subtração dos valores obtidos das análises de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos, segundo recomendações da AOAC (1997);
- O valor calórico foi calculado de acordo com Osborne e Voogt (1978), a partir dos teores da fração proteica, lipídica e de carboidratos, utilizando-se os coeficientes específicos de Atwater, 4, 9, 4 kcal/g.



Figura 4 – Determinação da acidez titulável, umidade, cinzas e lipídeos, respectivamente, da fruta café-do-amazonas (*Bunchosia glandulifera*).

Fonte – Autoria própria.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os teores de pH, Acidez Titulável, Umidade, Cinzas, Lipídeos, Proteínas, °BRIX, Carboidratos e Valor Calórico encontrados.

Análises físico-químicas	Resultados (Média ± Desvio Padrão)
pH	5,77 ± 0,12
Acidez Titulável (%)	0,41 ± 0,20
Umidade (%)	68,74 ± 1,28
Cinzas (g)	2,23 ± 0,66
Lipídeos (g/100g)	11,22 ± 0,91
Proteínas (g/100g)	1,75 ± 0,01
°BRIX	11,68 ± 0,07
Carboidratos (%)	16,06 ± 1,35
Valor Calórico (kcal/100g)	172,19 ± 4,53

Tabela 1 – Caracterização físico-química da fruta café-do-amazonas (*Bunchosia armeniaca*).

Fonte – Autoria própria.

A fruta café-do-amazonas (*Bunchosia glandulifera*) apresentou pH de 5,77. Gava (2008) comenta que as frutas possuem pH variando de 3 a 4,5. Os alimentos que apresentam pH acima de 4,5 são classificados como pouco ácidos.

A acidez titulável da fruta foi igual a 0,41%, estando este valor acima do indicado por Cecchi (1999) (0,2 a 0,3%) para a acidez titulável de frutas que apresentam baixa acidez. Os ácidos orgânicos influenciam nos aspectos sensoriais, tais como sabor, odor e cor. Além disso, são capazes de interferir na manutenção da qualidade e estabilidade do alimento.

O fruto de *Bunchosia glandulifera* apresenta em sua composição quantidade de água elevada, pois o resultado para o parâmetro de umidade foi equivalente a 68,74%, encontrando-se dentro da faixa indicada por Cecchi (1999), que é de 65 a 95% de umidade para frutas. A autora ainda informa que este é um dado fundamental para a análise de frutas, pois a quantidade de água existente nesse alimento é relevante para as seguintes etapas: processamento, estocagem e embalagem.

O teor de cinzas na fruta café-do-amazonas foi igual a 2,23%, o que sugere a presença de minerais em quantidades significativas no fruto de *Bunchosia glandulifera*. Sendo este valor de cinzas superior ao citado por Cecchi (1999) para frutas frescas, que seria de 0,3 a 2,1%.

A fruta apresentou °BRIX igual a 11,86 e carboidratos equivalentes a 16,06%. De acordo com o teor de carboidratos, as frutas podem ser classificadas em frutas com baixo teor de açúcares (até 5%), moderado teor de açúcares (5-15%) e alto teor de açúcares (15-20%). A fruta café-do-amazonas enquadra-se neste último grupo, assim como o figo,

banana, caqui, fruta-pão, marmelo, pequi, uva, tamarindo, melancia e manga (MARTINS; BRASÍLIO; SILVA, 2019). Cecchi (1999) estabelece que frutas apresentam conteúdo de carboidratos igual a 6-12%, sendo assim, o café-do-amazonas é uma fruta atípica em relação aos seus teores de açúcares. Dessa forma, a quantidade elevada de carboidratos e °BRIX sinalizam que ela pode ser utilizada para o processamento de doces ou geleia. O valor calórico e de proteínas da fruta foi, respectivamente, igual a 172,19kcal/100g e 1,75 g/100g.

E o conteúdo lipídico foi equivalente a 11,22g/100g, o que indica uma boa matéria-prima para a indústria de sorvetes. As frutas normalmente não apresentam teores de gorduras expressivos e segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2017) esses números variam de traços ou 0,1g em diversas frutas a 40,7g na macaúba. Sendo que os frutos que apresentam valores de lipídeos mais próximos ao do café-do-amazonas são: o abacate com 8,4g, o pequi com 18g e o tucumã com 19,1g.

É importante ressaltar que a fruta café-do-amazonas não está presente na tabela que apresenta a composição de alimentos citada (TACO, 2017) e que na literatura consultada não foi possível encontrar pesquisas para realizar a comparação dos resultados.

Para o aproveitamento da semente da fruta café-do-amazonas, com o intuito de contribuir para os aspectos nutricionais, econômicos e ambientais, recomenda-se a caracterização físico-química dessa parte da fruta e em seguida, se possível, o desenvolvimento de subprodutos, como a farinha, com o objetivo de ser adicionada em formulações de biscoitos, pães e bolos e assim agregar valor a esses alimentos.

## CONCLUSÃO

No trabalho realizado, utilizou-se a fruta café-do-amazonas (*Bunchosia glandulifera*), que é encontrada principalmente nas regiões do sul da América. Os dados relacionados à sua produção e comercialização são escassos na literatura científica, tornando-se interessante o estudo desta fruta. O objetivo do trabalho foi determinar a caracterização físico-química do fruto de *Bunchosia glandulifera*, com o intuito de fornecer informações científicas para pesquisas futuras e propor tecnologias a serem utilizadas no processamento deste fruto.

Foi possível apresentar ao longo do trabalho os valores dos parâmetros de pH, proteínas, lipídeos, acidez, umidade, cinzas, carboidratos, valor calórico e °BRIX da fruta café-do-amazonas. A fruta analisada merece trabalho de cultivo, manejo, bem como desenvolvimento de técnicas e procedimentos adequados de pós-colheita, concentração de compostos de interesse, elaboração de produtos agroindustriais, como por exemplo, as conservas, doces, geleias, licores, pães, sorvetes, sucos, polpas, entre muitos outros, agregando valor à matéria-prima e ao produto e minimizando o desperdício de vegetais, que são alimentos com perecibilidade elevada.

Os resultados aqui apresentados revelam-se promissores para a fruta café-do-

amazonas que, embora apresente inúmeras opções de usos alimentícios e altos teores de lipídeos, carboidratos e umidade, é subutilizada. Espera-se que estes dados contribuam para pesquisas de áreas afins e principalmente para o desenvolvimento de produtos alimentícios a partir do fruto de *Bunchosia glandulífera*.

## REFERÊNCIAS

AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis**. 16.ed., 3.rev. Gaithersburg: Published by AOAC International, 1997. v.2, cap. 32, p.1-43.

BLANK, D.; JUSTEN, D.; FRAGA, S.; PEIXOTO, C.; FERNANDES, N. **Chemical Composition and Antioxidant Activity of *Bunchosia glandulífera* Fruit at Different Ripening Stages**. Food and Nutrition Sciences. 09. 1147-1159, 2018.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: Editora da Unicamp, 1999.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de Alimentos: princípios e aplicações**. Editora Nobel. São Paulo, 2008.

IAL – INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz: Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4 ed. São Paulo, 2008.

LIM, T. K. **Edible Medicinal and Non-medicinal Plants**. Vol. 3, Fruits. Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 2012.

MARTINS, B. T., BRASÍLIO, M. C., SILVA, M. A., **Nutrição aplicada e alimentação saudável**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2019.

OSBORNE, D. R.; VOOGT, P. **The analysis of nutrient in foods**. London: Academic Press, 1978. p. 47.

SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; CARDOSO, E. A. Tolerância à dessecação em sementes de *Bunchosia* (Cav.) DC. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1403-1410, jul./ago, 2012.

SILVA, S. F., BLANK, D. E., PEIXOTO, C. R., MOREIRA, J. J. S; MOURA, N. F. **Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of *Bunchosia glandulífera***. International Journal of Food Properties, 19, 467-473, 2016.

TACO – **Tabela brasileira de composição de alimentos/NEPA – UNICAMP**.- 4. ed. rev. e ampl. -- Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011.

# CAPÍTULO 10

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

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 06/05/2020

### **Lícia Amazonas Calandrini Braga**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Pará – Campus Castanhal.

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/8228340027896119>

### **Lucas Felipe Araújo de Souza**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Pará – Campus Castanhal.

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/2083001601016527>

### **Ellén Cristina Nabiça Rodrigues**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Pará – Campus Castanhal.

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/7770181030493381>

### **Anne Suellen Oliveira Pinto**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Pará – Campus Castanhal.

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/4126029722035591>

### **Tânia Sulamytha Bezerra**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Pará – Campus Castanhal.

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/0609050105939564>

### **Pedro Danilo de Oliveira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Pará – Campus Castanhal.

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/0155716503188549>

### **Adriano Cesar Calandrini Braga**

Universidade do Estado do Pará – Campus XX/  
Castanhal

Castanhal – Pará

<http://lattes.cnpq.br/3595262863494288>

**RESUMO:** O jambu é uma espécie da região Norte do Brasil, onde é largamente utilizada na alimentação como tempero em pratos típicos regionais e na medicina popular. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi obter formulações de molho cremoso adicionado de jambu e suas avaliações físico-químicas e microbiológicas. Foram testadas formulações do molho com adição de jambu em diferentes proporções com e sem adição de alho. Com os resultados dessas análises, não foi constatada a presença de microorganismos patogênicos, mas verificou-se a importância da utilização de um acidulante para diminuir os níveis de pH e, assim, evitar a proliferação destes. Por se tratar de um molho emulsionado, com adição de considerável quantidade de óleo vegetal, os valores energéticos foram elevados, mas próximos aos encontrados na literatura para molhos tipo maionese comercial. Como molhos emulsionados são alimentos frequentes entre as diferentes faixas etárias, a utilização do jambu para a elaboração deste produto é ainda uma alternativa para a ingestão de nutrientes fitoterápicos presentes nesta planta, podendo também contribuir no desenvolvimento sustentável da região nordeste paraense.

**PALAVRAS-CHAVE:** alimentos emulsionados; condimento; *Acmella oleracea* (L.) R. K. Jansen];

composição nutricional.

## CREAMY SAUCE BASED ON JAMBU: PHYSICAL-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL COMPOSITION

**ABSTRACT:** Jambu is a species from the Northern region of Brazil, where it is widely used in food as a seasoning in typical regional dishes and in folk medicine. In this context, the objective of this work was to obtain formulations of creamy sauce added to jambu and its physicochemical and microbiological evaluations. Formulations of the sauce with jambu addition in different proportions with and without garlic addition have been tested. With the results of these analyses, the presence of pathogenic microorganisms was not detected, but the importance of using an acidulant to lower pH levels and thus prevent their proliferation was noted. Because it is an emulsified sauce, with the addition of considerable amounts of vegetable oil, the energy values were high, but close to those found in the literature for commercial mayonnaise sauces. As emulsified sauces are frequent foods among different age groups, the use of jambu for the elaboration of this product is still an alternative for the ingestion of phytotherapeutic nutrients present in this plant, and can also contribute to the sustainable development of the northeastern region of Pará.

**KEYWORDS:** emulsified foods; seasoning; *Acmella oleracea* [(L.)R. K. Jansen]; nutritional composition.

### 1 | INTRODUÇÃO

O jambu (*Acmella oleracea* [(L.)R. K. Jansen] é uma hortaliça folhosa, largamente consumida na região Norte, como condimento e erva medicinal. Seu sabor é bastante peculiar, e as flores produzem uma sensação de formigamento e entorpecimento das mucosas da boca, devido a presença da substância espilantol (Borges et al, 2013; Borges et al, 2014).

No estado do Pará, o jambu é cultivado por produtores periurbanos em pequenas áreas, em conjunto com outras hortaliças condimentares e folhosas como coentro, alface e cebolinha, sobretudo para atender o consumo da cidade de Belém e dos principais núcleos urbanos da mesorregião do Nordeste do estado. (Homma et al., 2011). O acesso mais cultivado apresenta folhas verde-claro com flores amarelas, mas existe também o jambu roxinho, cujas folhas apresentam um verde mais intenso, possuem ramos de cor roxa e as inflorescências com um halo também de cor arroxeada (Gusmão et al., 2013).

Os molhos são líquidos acidificados (água, leite ou extratos vegetais) que ganham corpo com a adição de espessantes ou ovos (Charley, 1982). Outros constituintes como sal, açúcar, alho, pimenta, entre outros, podem ser adicionados, dependendo da preferência do consumidor (Babajide & Olatunde, 2010).

O consumo desses molhos no Brasil, somente em 2009, aumentou 14,3 % segundo dados Nielsen (empresa de pesquisa de mercado mundial). Neste mesmo período, a marca Liza registrou um crescimento de 48,9 % em seu volume de vendas. Em 2011, este volume

nos supermercados cresceu 4,3 %; um aumento de 2,723 mil toneladas em 2010 para 2,839 mil toneladas em 2011 (ABRASEL, 2012).

Se por um lado, o acesso aos dados encontrados nas pesquisas de mercado seja difícil, principalmente pela necessidade de sigilo das informações, as quais possuem um alto valor agregado, já que carregam as tendências de mercado. Por outro lado, é fácil identificar o aumento da demanda por molhos para salada prontos para consumo, assim como por saladas e outros alimentos minimamente processados e prontos para consumo, ao se observar o número crescente de variedades oferecidas nas prateleiras de supermercados (Gallo, 2013).

Em virtude da crescente importância sócio-econômica da produção de alimentos emulsionados, como molhos para salada, somada à complexidade da cadeia de processamento e aceitação desses produtos, é preciso um amplo conhecimento das suas propriedades físico-químicas (Gallo, 2013).

Em função da importância comercial dos alimentos emulsionados, a garantia da segurança destes tem sido objeto de estudos pela possível contaminação ou deterioração por micro-organismos que podem estar presentes, por exemplo, em vegetais crus ou especiarias. Apesar de o pH diminuir a presença de patógenos, a indústria ainda mantém o uso de conservantes para a garantia de segurança desses. A procura por alimentos saudáveis e sem aditivos, ou a melhor combinação entre esses conservantes para que seja controlada a carga microbiana, elevado a validade e mantido as propriedades, tem sido, além do objetivo das pesquisas científicas, meta para a indústria (Gallo, 2013).

Devido às suas características sensoriais exóticas, o jambu vem ganhando ascensão gastronômica em outros estados. São incipientes, na literatura científica, trabalhos relacionados a diversificação do uso do jambu na produção de alimentos. Assim, visando agregar valor como matéria-prima, o jambu foi utilizado nesta pesquisa para o desenvolvimento de outros produtos como o molho cremoso.

## **2 | MATERIAL E MÉTODOS**

Amostras de jambu foram adquiridas em feira local da cidade de Castanhal e transportadas ao laboratório de agroindústria do IFPA – Campus Castanhal. Em seguida, as folhosas foram selecionadas, higienizadas em solução clorada com concentração de 50 ppm de cloro e posteriormente branqueadas para serem utilizadas na formulação do molho cremoso. Foi também utilizado óleo de soja, queijo ralado, leite em pó, alho e sal, todos adquiridos no mercado local.

### **2.1 Obtenção do molho**

Após testes preliminares, foram desenvolvidas quatro diferentes formulações com jambu fresco, nas quais a proporção de queijo ralado/jambu variou, bem como adição ou não de alho como mostra a Tabela 1, para as amostras de 10 e 15 %, respectivamente,

mantendo constantes as quantidades dos demais constituintes. Na preparação do molho cremoso a base de jambu os constituintes foram misturados aos poucos e submetidos a agitação constante em liquidificador doméstico. O molho foi envasado em embalagens próprias para alimentos para posteriores análises.

Constituintes(%)	Formulação			
	MCA10	MSA10	MCA15	MSA15
Jambu	10	10	15	15
Queijo ralado	5	5,6	-	-
Água	22	22	22	22
Leite em pó	8	8	8	8
Alho	0,6	-	0,6	-
Óleo	54	54	54	54
Sal	0,4	0,4	0,4	0,4

Tabela 1. Formulações dos molhos cremosos a base de jambu

MCA10 – 10 % de jambu fresco com alho (formulação padrão); MSA10 – 10 % de jambu fresco sem alho; MCA15 – 15 % de jambu fresco com alho; MSA15 – 15 % de jambu fresco sem alho.

## 2.2 Avaliação físico-química

A determinação de umidade foi realizada, em estufa, a 105 °C, até peso constante. Para a determinação do teor de lipídios foi feito uma extração contínua no aparelho Soxhlet, com a utilização do éter de petróleo como solvente. A proteína foi determinada pelo método Kjeldahl. Para determinar os níveis de cinzas, transferiram-se 20 g de amostra para uma cápsula de porcelana, previamente aquecida, em mufla, sob temperatura de 550 °C, por aproximadamente 1 hora, sendo resfriada em dessecador, para pesagem, até peso constante. O pH foi determinado com o auxílio de pHmetro de marca Tecnal, modelo Tec-5. O teor de carboidratos totais foi determinado por diferença (100 – (umidade + cinzas + lipídeos + proteínas) (AOAC, 2010). O valor calórico foi obtido pela somatória dos teores de carboidratos e proteínas, multiplicados por quatro, e de lipídios, multiplicados por nove, de acordo com os coeficientes de Atwater (Atwater, 1986; Merrill & Watt, 1973). Todas as análises foram realizadas em triplicata e seguiram a metodologia preconizada pelo Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008).

## 2.3 Avaliação microbiológica

O produto foi avaliado quanto à qualidade microbiológica, conforme legislação para molhos e condimentos: coliformes à 45°C e salmonela (BRASIL, 2011), segundo a metodologia de Vanderzant; Splittstoesser (1992).

## 2.4 Análise estatística

Os dados foram avaliados por variância (ANOVA) e teste complementar de comparação de médias de Tukey, ao nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o programa Statistica for Windows versão 7.0.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Avaliação microbiológica

Valores  $< 3$  NMP/g para coliformes a  $45^{\circ}\text{C}$  e a ausência de salmonela indicaram que os molhos cremosos com diferentes quantidades de jambu atenderam aos padrões microbiológicos vigentes para este tipo de produto (BRASIL, 2011) em que não houve diferença significativa a 5 %. Estes resultados indicaram que os produtos estavam aptos para o consumo.

### 3.2 Avaliação físico-química

As médias e desvios das análises físico-químicas das quatro formulações de molho cremoso a base de jambu estão apresentadas na Tabela 2.

Amostra	MCA10	MSA10	MCA15	MSA15
Umidade (%)	4,33 $\pm$ 0,55 <sup>a</sup>	4,39 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>	4,80 $\pm$ 0,32 <sup>a</sup>	4,65 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>
Cinzas (%)	1,56 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	1,57 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	1,08 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>	1,63 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>
Lipídios (%)	78,54 $\pm$ 0,86 <sup>b</sup>	78,89 $\pm$ 0,62 <sup>b</sup>	85,80 $\pm$ 0,31 <sup>a</sup>	80,00 $\pm$ 0,63 <sup>b</sup>
pH	6,07 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>	6,07 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	6,4 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	6,05 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>
Proteínas (%)	8,33 $\pm$ 0,54 <sup>a</sup>	7,21 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>	5,81 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	7,21 $\pm$ 1,32 <sup>a</sup>
Carboidratos totais (%)	7,01 $\pm$ 2,26 <sup>a</sup>	8,09 $\pm$ 0,65 <sup>a</sup>	2,48 $\pm$ 0,37 <sup>a</sup>	6,58 $\pm$ 2,32 <sup>a</sup>
Valor Calórico (kcal/100g)	767,66 $\pm$ 3,93 <sup>b</sup>	769,51 $\pm$ 5,2 <sup>b</sup>	807,01 $\pm$ 1,58 <sup>a</sup>	775,04 $\pm$ 3,99 <sup>b</sup>

Tabela 2. Média dos resultados dos valores das análises físico-químicas dos molhos cremosos a base de jambu

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Os molhos com diferentes concentrações de jambu apresentaram valores de pH que favorecem uma condição para atividade bacteriana e desenvolvimento de fungos no produto, o que sugere a necessidade da utilização de conservantes ou armazenamento

sob refrigeração. Este comportamento é atribuído ao fato de não terem sido adicionados conservantes com caráter acidulante na formulação do produto.

Os valores calóricos das amostras ficaram um pouco acima dos valores médios de molhos tipo maionese tradicional que, segundo USDA (2002), tem 680 kcal.100<sup>-1</sup>g. De acordo com a TACO (2011) a maionese industrializada tradicional com ovos tem 302 kcal.100<sup>-1</sup>g.

Em relação aos valores de composição centesimal, não foram encontrados dados de composição para este tipo de produto na literatura científica onde a maioria dos estudos se concentraram em avaliar com profundidade comportamento reológico e análise sensorial.

## 4 | CONCLUSÕES

Molhos alimentícios em geral são alimentos de consumo frequente entre as diferentes faixas etárias e classes econômicas, indicando que a utilização do jambu para a elaboração de um molho cremoso é mais uma alternativa ao alcance do mercado, podendo contribuir com a agregação de valor e desenvolvimento do cultivo desta hortaliça. Neste trabalho indicaram-se as formulações MSA10 e MCA15 como as mais recomendadas para avaliação sensorial, baseado em testes preliminares, que será desenvolvida em estudos posteriores.

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Bares e Restaurantes – ABRASEL. Molhos ganham mercado. Disponível em: < <http://www.abrasel.com.br/index.php/noticias/1590-150812-molhos-ganham-mercado.html>>. Acesso em 08 de maio de 2018.

Babajide, J. M.; Olatunde, O. O. (2010) Proximate Composition, Rheology and Sensory Qualities of Corn-Cocoyam Salad Cream. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, v. 5, n. 1, p. 25-29.

Borges, L.S.; Guerrero, A.C.; Goto, R.; Lima, G.P.P. (2013). Produtividade e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral. *Semina*, v. 34, n. 1, p. 83-94.

Borges, L.S.; Guerrero, A.C.; Goto, R.; Lima, G.P.P. (2014). Índices morfo-fisiológicos e produtividade de cultivares de jambu influenciadas pela adubação orgânica e mineral. *Bioscience. Journal*, v. 30, n. 6, p. 1768-1778.

Brasil. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n.12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília*. Seção 1, 2011. 45 p.

GALLO, J. M. A. S. (2013). Avaliação do comportamento reológico e das propriedades sensoriais de molhos comerciais para salada tratados por irradiação (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo.

Gusmão, M.T.A.; Gusmão, S.A.L.(2013). Jambu da Amazônia *Acemella oleracea*[(L) RK Jansen] Carc. Gerais Belém : UFRA. (2013)

Homma, A.K.O; Sanches, Rs; Menezes A.J.E.A; Gusmão, S. A. (2011). Etnocultivo do jambu para Abastecimento da cidade de Belém. *Amazônia: Ci. & Desenv.*, v. 6, n. 12, P. 125-141.

Instituto Adolfo Lutz. (2008). Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3 ed. São Paulo: Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.

Merrill, A. L. & Watt, B. K. (1955, revised 1973). Energy value of foods, basis and deviation. US Department of Agriculture Handbook 74, Washington, DC: US Government Printing Office.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO (versão 4, 4. ed.). (2011). Campinas: UNICAMP/NEPA.

USDA – United States Department of Agriculture. Nutritive values of foods. (2002). U.S. Department of Agriculture. Maryland: Agricultural Research. Nutrient Data Laboratory. (2002).

Vanderzant, C.; Splittstoesser, D. (1992). Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. American Public Health Association. Estados Unidos.

# CAPÍTULO 11

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

Data de aceite: 01/07/2020

### **Lorryne de Souza Araújo Martins**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,  
Departamento de Produção Animal e Medicina  
Veterinária Preventiva Botucatu, SP, Brasil  
<http://orcid.org/0000-0003-1485-8959>

### **Maria Siqueira de Lima**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano  
Rio Verde - Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/2524644361460944>

### **Rodrigo Garcia Motta**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,  
Departamento de Produção Animal e Medicina  
Veterinária Preventiva Botucatu, SP, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/0475227077170072>

### **Edmar Soares Nicolau**

Universidade Federal de Goiás  
Goiânia - GO  
<http://lattes.cnpq.br/9601723963736071>

### **Paulo Victor Toledo Leão**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde  
Rio Verde - Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/0744118393147930>

### **Leonardo Amorim de Oliveira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde Rio  
Verde - Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/0627075945701474>

### **Mariana Buranelo Egea**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano  
Rio Verde – GO  
<http://lattes.cnpq.br/2608350008080000>

### **Samuel Viana Ferreira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano  
Rio Verde - Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/0469581090958413>

### **Ruthele Moraes do Carmo**

Universidade Federal de Goiás  
Goiânia - GO  
<http://lattes.cnpq.br/6138721779867550>

### **Clarice Gebara Muraro Serrate Cordeiro Tenório**

Universidade Federal de Goiás  
Goiânia - GO  
<http://lattes.cnpq.br/5073363015303780>

### **Marco Antônio Pereira da Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde  
Rio Verde - Goiás  
<http://lattes.cnpq.br/9580158651519908>

**RESUMO:** Objetivou-se promover o desnate e padronização do leite de vaca para produção de derivados com diferentes teores de gordura. Os valores médios da gordura para o leite foram: 4,27% in natura, 3,32% no integral padronizado, 1,83% no semidesnatado e 0,40% no desnatado. As percentagens de gordura foram distintas nos três tipos de queijo que demonstraram 11,78% no queijo de leite integral, 6,67% no queijo de

leite semidesnatado e 1,16% no queijo de leite desnatado, variáveis que diferiram ( $p < 0,05$ ) para os três tipos de leite. Os resultados para o doce de leite oscilaram conforme o teor de gordura utilizado na matéria-prima. Os teores de gordura foram 7,91% para o doce com leite integral, 5,26% para o doce com leite semidesnatado e 1,14% para o doce com leite desnatado. As porcentagens de gordura também foram distintas nos três tipos de iogurtes, de modo proporcional a prévia e apresentaram valores médios de 2,76% no iogurte de leite integral, 1,22% no iogurte de leite semidesnatado e 0,16% no iogurte de leite desnatado. A análise sensorial dos derivados lácteos com diferentes teores de gordura permitiu identificar 31 atributos para o queijo Minas frescal, 29 para o doce de leite pastoso, 27 para o iogurte natural.

**PALAVRAS-CHAVE:** Queijo. Doce de leite. Iogurte. Sensorial.

## PHYSICAL-CHEMICAL AND SENSORY PROFILE OF DAIRY DERIVATIVES WITH DIFFERENT FAT

**ABSTRACT:** The objective was to promote the skimming and standardization of cow's milk to produce derivatives with different levels of fat. The average values of fat for milk were: 4.27% in nature, 3.32% in standardized integral, 1.83% in semi-skimmed milk and 0.40% in skimmed milk. The fat percentages were different in the three types of cheese, which showed 11.78% in whole milk cheese, 6.67% in semi-skimmed milk cheese and 1.16% in skimmed milk cheese, variables that differed ( $p < 0.05$ ) for the three types of milk. The results for dulce de leche fluctuated according to the fat content used in the raw material. The fat contents were 7.91% for sweet with whole milk, 5.26% for sweet with semi-skimmed milk and 1.14% for sweet with skimmed milk. The fat percentages were also different in the three types of yogurt, proportionally to the previous one, and presented average values of 2.76% in whole milk yogurt, 1.22% in semi-skimmed milk yogurt and 0.16% in low-fat yogurt. skimmed milk. The sensorial analysis of the dairy derivatives with different levels of fat allowed us to identify 31 attributes for the Minas frescal cheese, 29 for the pasty milk sweet, 27 for the natural yogurt.

**KEYWORDS:** Cheese. Dulce de leche. Yogurt. Sensory.

## 1 | INTRODUÇÃO

O leite e derivados lácteos ocupam importante espaço na dieta humana (FAO, 2013). O desnate é uma tecnologia empregada usualmente nos laticínios, já que, a gordura excedente da padronização do leite integral e semidesnatado é removida, com o propósito de servir como matéria-prima nobre para a fabricação de outros derivados, mais rentáveis para os laticínios, quando comparados ao leite pasteurizado.

O desenvolvimento de derivados de leite com diferentes teores de gordura é uma tendência importante para a cadeia produtiva de lácteos com nichos de mercado em ascensão em todo mundo.

Entretanto, são escassos os trabalhos que contextualizam a produção de queijos, doce de leite, iogurte, com o mesmo leite reconstituído em integral, semidesnatado e desnatado, com o propósito de compará-los posteriormente, quanto aos respectivos constituintes físico-químicos e aspectos sensoriais dos derivados manufaturados a partir

dessa matéria-prima previamente padronizada.

Objetivou-se promover o desnate e padronização do leite para produção de derivados com diferentes teores de gordura, determinando os constituintes físico-químicos e aspectos sensoriais dos diferentes produtos a destacar: queijo Minas frescal, doce de leite pastoso, iogurte natural.

## 2 | MÉTODO DA PESQUISA

### 2.1 Obtenção do Leite

O leite para este experimento foi obtido do tanque de expansão, do Laboratório de Bovinocultura Leiteira do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, com rebanho constituído por vacas da raça Girolando, criadas em pastagem de *Brachiaria brizantha*, suplementadas com ração e sal mineral. Após a coleta, o leite foi transportado imediatamente para o Laboratório de Produtos de Origem Animal do IF Goiano - Campus Rio Verde, para o processamento. Para a produção dos derivados foram obtidos 30 litros/dia de leite in natura, que foram desnatados e padronizados para dar origem ao leite ao leite integral e semidesnatado.

#### 2.1.1 *Desnate, padronização e formação dos grupos experimentais*

O leite cru foi submetido ao desnate em desnatadeira (36GR - Casa da desnatadeira®) com capacidade de 100/litros/hora, o leite passou duas vezes pela desnatadeira, para atingir rigorosamente 0,5% de gordura na análise butirométrica de Gerber (BRASIL, 2006).

Após o desnate e quantificação do teor gordura do leite desnatado e no creme excedente, foi realizado o cálculo através do quadrado de Pearson para determinar a quantidade de creme necessária para a padronização do leite semidesnatado e integral com 1,8% e 3,0% de gordura, respectivamente. Assim, para a padronizar 9 kg de leite integral a 3% de gordura, utilizou-se 8,580 kg de leite desnatado acrescido de 0,420 kg de creme, enquanto para a obtenção de 9 kg do leite semidesnatado, foram necessários 8,790 kg de leite desnatado e 0,210 kg de creme.

As amostras de leite in natura; desnatado, semidesnatado e integral foram analisadas em triplicata pelo Laboratório de Qualidade do Leite do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (LQL/CPA/UFG), para análise da composição química por métodos de infravermelho utilizando o equipamento Milkoscan 4000.

### 2.2 PRODUÇÃO DE DERIVADOS COM DIFERENTES TEORES DE GORDURA

#### 2.2.1 *Queijo Minas*

O leite padronizado foi submetido ao tratamento térmico à temperatura de 72°C/15

segundos, com posterior diminuição da temperatura para 42°C, em seguida foram utilizados 40 mL de cloreto de cálcio/100 litros de leite e 25 mL de ácido láctico/100 litros de leite, sob homogeneização, seguido da adição de 9 mL de coalho para 10 litros de leite diluído em 45 mL de água destilada e repouso por 30 minutos (adaptado de MARTINS, 2000). Por fim, a massa total acrescida ao soro foi pesada e procedeu-se a remoção de 50% da porção líquida, com posterior salga da massa na proporção de 1,5% de sal sobre o peso dos sólidos restantes.

### *2.2.2 Doce de leite*

O doce de leite foi elaborado a partir da concentração por cocção de 4 kg de leite previamente padronizado por tratamento (desnatado, semidesnatado e integral), com três repetições cada tratamento e 20% de sacarose em recipiente de aço inox aberto. O leite e o açúcar foram mantidos sob agitação manual até o fim do processo, com a ajuda de uma colher de aço inox. O fim do processo ocorreu quando o doce de leite apresentou teor de sólidos solúveis de 74 °Brix, sendo armazenado sob refrigeração entre 4°C a 8°C até o processamento das análises (FOSCHIERA, 2004).

### *2.2.3 Iogurte*

Para o processamento dos iogurtes, foram utilizados três litros de leite padronizado por tratamento (desnatado, semidesnatado e integral), com três repetições para cada tratamento submetidos ao tratamento térmico de pasteurização com temperatura de 90°C por três minutos, com posterior diminuição da temperatura para 42°C, neste instante adicionou-se 10% de iogurte natural desnatado Itambé®.

As amostras de iogurte foram mantidas em estufa (Thoth 250L®) à temperatura de 42°C, até atingir pH 4,6, em aproximadamente 5 horas, quando o produto foi destinado ao envase em frascos de vidro, identificados e submetidos a refrigeração na temperatura de 4 °C ± 1 °C, até o momento das análises (FOSCHIERA, 2004).

## **2.3 Análise Físico-Química e Sensorial dos Derivados**

A gordura do queijo e iogurte foram avaliados através do Método de Gerber segundo metodologia proposta pela Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006 (BRASIL, 2006). Para a gordura dos doces, foi utilizado o método de Bligh-Dyer de acordo com a AOAC International (1995).

Para a análise de proteína bruta do queijo Minas, doce de leite e iogurte, determinou-se o nitrogênio total pelo método micro-Kjeldahl, segundo o método oficial nº 960.52 da AOAC International (1995), multiplicando pelo fator de conversão 6,38 para lácteos.

A umidade do queijo Minas, doce de leite e iogurte foi obtida pela perda do material submetido ao aquecimento em estufa (Thoth 250L®) a 105 °C/24 h, conforme método oficial nº 925.10 da AOAC International (1995).

As cinzas do queijo Minas, doce de leite e iogurte foram determinadas por meio da carbonização total da matéria orgânica em forno mufla (Quimis®) a 550 °C, por cerca de 6 horas, ou até obter cinzas claras, como descrito no método oficial nº 923.03 da AOAC International (1995).

O pH e acidez titulável (% de ácido láctico) do queijo Minas, doce de leite e iogurte foram analisados segundo metodologia preconizada por Brasil (2006).

As análises de cor para o queijo Minas, doce de leite e iogurte foram determinadas em colorímetro (ColorFlex, EZ), os resultados foram expressos em L\*, a\* e b\*, conforme relatado por Paucar-Menacho et al., (2008), em seguida os dados foram submetidos a equação matemática para determinação dos valores de Chroma e Hue de acordo como descrito em Konica Minolta Sensing (2007).

Para avaliação da textura dos queijos, utilizou-se texturômetro TC3 Texture Analyzer, modelo CT3-4500, marca Brookfield, em que foram determinados os parâmetros: dureza, elasticidade, coesividade, mastigabilidade, gomosidade, adesividade, fraturabilidade e resiliência de acordo com González et al., (1998).

A determinação dos sólidos solúveis totais (SST) (°Brix) do doce de leite foi realizada com emprego de refratômetro portátil ATAGO®, com adição de uma gota da amostra de doce na temperatura de 25°C sobre o leitor.

O teste sensorial de CATA (Marque tudo que se aplica) foi utilizado neste trabalho em que cada assessor recebeu a amostra em cabine individual, com luz branca, codificada com números aleatórios de três dígitos e foi solicitado apontar nas fichas todos os termos descritores que foram percebidos ao provar a amostra. Conforme a literatura pertinente, sendo queijo (Ramírez-Rivera et al., 2018), doce de leite (Gaze et al., 2015) e iogurte (Pimentel et al., 2013).

A discriminação entre as amostras foi verificada através da aplicação do teste estatístico Q de Cochran, amplamente utilizado nos dados de frequência dos atributos da lista CATA, para inferência das diferenças dos produtos por atributo (MEYNER, CASTURA, 2014) ao nível de 5% de significância.

## 2.4 Análise Estatística

Para avaliação do leite o delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com quatro tratamentos (in natura, desnatado, semidesnatado e integral) três repetições e triplicata de análises. Na análise estatística dos derivados lácteos (queijos frescos, doce de leite e iogurte) para cada produto o delineamento experimental também foi inteiramente ao acaso com três tratamentos (desnatado, semidesnatado e integral), três repetições e triplicata de análises. Nesse sentido, utilizou-se o software SISVAR® (FERREIRA, 2011) para realização das avaliações e os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### 3 | RESULTADOS DA PESQUISA

#### 3.1 Leite para produção de lácteos

Os valores médios da gordura foram de 4,27% no leite in natura; 3,32% no leite integral padronizado, 1,83% no semidesnatado e 0,40% no desnatado, todos os valores diferiram ( $p < 0,05$ ), comprovando a eficácia do desnate e padronização da matéria-prima que posteriormente foi utilizada na produção dos queijos frescos (Tabela 1). Segundo a legislação o leite padronizado homogeneizado deve apresentar exatamente 3,0% de gordura, enquanto o semidesnatado tem entre 0,6% e 2,9% e o desnatado abaixo de 0,5% (BRASIL, 2012).

	Leite			
	<i>In natura</i>	Integral	Semi desnatado	Desnatado
Gordura	4,27 $\pm 0,29^a$	3,32 $\pm 0,04b$	1,83 $\pm 0,02c$	0,40 $\pm 0,02d$
Proteína	3,30 $\pm 0,06b$	3,39 $\pm 0,03ab$	3,44 $\pm 0,05ab$	3,50 $\pm 0,04^a$
Caseína	2,55 $\pm 0,06^a$	2,63 $\pm 0,03a$	2,67 $\pm 0,08a$	2,70 $\pm 0,04^a$
Ureia	15,37 $\pm 0,36a$	15,39 $\pm 0,83a$	13,98 $\pm 0,85a$	13,64 $\pm 0,68^a$
Lactose	4,30 $\pm 0,07b$	4,35 $\pm 0,04ab$	4,42 $\pm 0,04ab$	4,52 $\pm 0,05^a$
EST	12,91 $\pm 0,23a$	12,08 $\pm 0,03b$	10,68 $\pm 0,08c$	9,34 $\pm 0,06d$
ESD	8,64 $\pm 0,12^a$	8,76 $\pm 0,04b$	8,83 $\pm 0,08c$	8,93 $\pm 0,06d$
CCS	304555 $\pm 60,74^a$	102777 $\pm 27,63b$	97666 $\pm 20,96b$	109111 $\pm 23,21b$
CCS log	5,39 $\pm 0,11^a$	4,88 $\pm 0,12b$	4,87 $\pm 0,13b$	4,91 $\pm 0,13b$

Tabela 1 - Valores médios e erro padrão da gordura (%), proteína (%), caseína (%), ureia (mg/dL), lactose (%), extrato seco total (EST) (%), extrato seco desengordurado (ESD) (%), contagem de células somáticas (CCS) (CS/mL) e log da CCS do leite utilizado na produção de derivados lácteos.

Letras distintas na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Os valores de gordura diferiram de acordo com a padronização, ou seja, os valores foram similares aos respectivos teores no leite utilizado como matéria-prima, resultados em consonância com o trabalho de Stephani; Perrone, (2012), que utilizaram o quadrado de Pearson para definir os teores de creme para a padronização do leite integral e

semidesnatado.

A proteína apresentou valores médios de 3,30% no leite in natura, 3,39% no integral, 3,44% no semidesnatado e 3,50% no desnatado, com resultados significativos ( $p < 0,05$ ), quando comparados os leites in natura e o desnatado. Os valores de caseína não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre os diferentes tipos de leite amostrados. A caseína é um dos mais abundantes componentes orgânicos do leite, perfaz 80% a 85% das proteínas lácteas, sendo identificados vários tipos, todos similares em estrutura, denominadas de  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\kappa$  e  $\gamma$  (DOSKA et al., 2012).

Os teores de ureia variaram de 13,64 mg/dL, no leite desnatado a 15,39 mg/dL, no leite integral, porém, sem diferença ( $p > 0,05$ ), a determinação deste parâmetro é uma importante ferramenta na determinação da adequação da nutrição proteica de vacas em lactação (DOSKA et al., 2012). O nitrogênio ureico retrata a porção de nitrogênio no leite na forma de ureia, o nível de nitrogênio ureico no leite é diretamente proporcional aos teores de nitrogênio do sangue (LUCCI et al., 2006).

A lactose é o principal carboidrato encontrado no leite e nos produtos lácteos, o tempo e a forma de armazenamento na qual o leite é mantido possibilitam expressivas alterações na composição centesimal do produto, desta forma, a lactose é um constituinte sensível a modificações em decorrência da sua degradação em ácido láctico pelos micro-organismos mesofílicos e/ou lactoses positivos (DÜRR et al., 2004).

Os resultados de lactose diferiram ( $p < 0,05$ ), entre o leite in natura e desnatado. Estes resultados reforçam a hipótese que no leite desnatado ocorre maior concentração do ESD, que tem a lactose como um dos componentes prioritários.

Os valores médios do EST diferiram entre si ( $p < 0,05$ ) e houve redução do EST proporcional ao desnate. Venturoso et al. (2007) destacou que o EST do leite e produtos lácteos é uma porção de extrema importância na determinação da qualidade dos produtos sendo um dos principais indicadores nutricionais do leite e derivados lácteos.

Os percentuais do EST ficaram próximos aos resultados obtidos por Jobim et al. (2002) que verificaram uma variação entre 11,94% a 12,12% em amostras de leite in natura. Salientado que a IN 77 do MAPA padroniza o EST em amostras de leite em no mínimo 11,4% (BRASIL, 2018).

Os valores do ESD diferiram entre si ( $p < 0,05$ ), ainda foi possível ser identificada relação de proporcionalidade entre os teores de gordura na matéria-prima e índices de ESD nas amostras de leite padronizadas, reitera-se que o ESD deverá ter no mínimo 8,4%.

Os valores da CCS do leite in natura apresentaram diferença ( $p < 0,05$ ) quando comparado com as amostras de leite padronizadas com diferentes teores de gordura. Fato este que reforça a influência do desnate na redução da CCS sobre o leite processado.

Ocorreu redução de 64,17%, somente com a remoção do creme, condição comprovada pela análise dos dados obtidos separadamente no leite in natura e na sequência no leite desnatado. Estes resultados mostram-se promissores para a indústria de derivados

lábteos visto que, a elevada contagem dessas células em amostras de leite cru, impactam diretamente na qualidade dos produtos de origem láctea, em especial, na redução da vida útil, pela presença de enzimas proteolíticas, com propriedades termoestáveis, presentes nas células polimorfonucleares que migram do sangue para o leite, em respostas as infecções mamárias e ainda contribuem para a redução do rendimento dos derivados (MEGID et al., 2016).

Estes resultados alavancados pela CCS (CS/mL), também foram submetidos a sua apresentação logarítmica que revelou os seguintes valores: 5,39 no leite in natura, 4,88 no integral, 4,87 no semidesnatado e 4,91 no desnatado, resultados estatisticamente significativos, quando comparado o leite in natura com todos os tipos de leite que foram padronizados com diferentes teores de gordura ( $p < 0,05$ ), acompanhando o mesmo perfil convencional de células somáticas, discutido acima para a CCS (CS/mL).

Os valores médios e erro padrão da matéria seca (MS) (%), gordura (%), GES (%), proteína (%), umidade (%), cinzas (%), pH, acidez titulável (%), textura e parâmetros instrumentais de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , Chroma e Hue) dos queijos frescaís com diferentes teores de gordura, encontram-se dispostos na Tabela 2.

Variáveis	Tratamento		
	Integral	Semidesnatado	Desnatado
Matéria seca	40,28 $\pm$ 0,51a	32,92 $\pm$ 0,48b	27,45 $\pm$ 0,63c
Umidade	59,72 $\pm$ 0,51c	67,08 $\pm$ 0,48b	72,55 $\pm$ 0,63 <sup>a</sup>
Gordura	11,78 $\pm$ 0,32a	6,67 $\pm$ 0,16b	1,16 $\pm$ 0,13c
GES	29,28 $\pm$ 0,89a	20,26 $\pm$ 0,45b	4,27 $\pm$ 0,58c
Proteína	15,91 $\pm$ 0,25b	17,49 $\pm$ 0,68ab	18,39 $\pm$ 0,45 <sup>a</sup>
Cinzas	2,65 $\pm$ 0,01c	2,93 $\pm$ 0,08b	3,14 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>
pH	6,66 $\pm$ 0,01a	6,69 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	6,72 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>
Acidez	0,37 $\pm$ 0,02b	0,51 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	0,37 $\pm$ 0,02b
$L^*$	84,03 $\pm$ 0,39 <sup>a</sup>	83,91 $\pm$ 0,43 <sup>a</sup>	84,30 $\pm$ 0,44 <sup>a</sup>
$a^*$	-0,28 $\pm$ 0,01c	-0,85 $\pm$ 0,01b	-1,50 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>
$b^*$	12,30 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	10,90 $\pm$ 0,08b	8,99 $\pm$ 0,07c
Chroma	12,30 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	10,93 $\pm$ 0,08b	9,13 $\pm$ 0,07c
Hue	85,16 $\pm$ 1,70 <sup>a</sup>	84,49 $\pm$ 0,95 <sup>a</sup>	76,47 $\pm$ 1,76b

Tabela 2 - Valores médios e erro padrão da matéria seca (MS) (%), umidade (%), gordura (%), gordura no extrato seco (GES) (%), proteína (%), cinzas (%), pH, acidez titulável (%), textura e parâmetros instrumentais de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , Chroma e Hue) dos queijos frescaís com diferentes teores de gordura.

Letras distintas na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

O teor de matéria seca (MS) dos queijos frescos foi influenciado pelo desnatado ( $p < 0,05$ ), houve redução proporcional da MS conforme foi utilizado leite com menor teor de gordura. Resultados estes que se mostraram proporcionais aos teores de gordura na matéria-prima.

Foi possível comprovar no presente estudo que os teores de gordura foram diferentes nos três tipos de queijo, de modo proporcional seguindo a prévia padronização. Estas variáveis quando comparadas entre si também diferiram ( $p < 0,05$ ) para os três tipos de leite amostrados.

Os resultados da GES diferiram ( $p < 0,05$ ) nos três tipos de queijos, assim os resultados observados foram: 29,28% no queijo com leite integral, 20,26% no queijo com leite semidesnatado e 4,27% no queijo com leite desnatado, concordando com os teores de gordura, descritos acima.

A instrução vigente no país padroniza os queijos de acordo com o teor de GES, em porcentagem, cuja classificação dos queijos poderá ser: extra gordo ou duplo creme: com mínimo de 60%; gordo: entre 45,0% e 59,9%; semigordo: entre 25,0% e 44,9%; magro: entre 10,0% e 24,9% e desnatado: com menos de 10,0%, assim os queijos produzidos neste experimento, foram classificados como: semigordo; magro e desnatado, respectivamente (BRASIL, 1996).

Com a redução da gordura nos queijos derivados de leite semidesnatado e desnatado, verificou-se aumento no teor de umidade e, conjuntamente, redução no teor de matéria seca. Hipoteticamente, esta condição pode estar correlacionada com a intensidade reduzida da sinérese, nos diferentes tipos de tratamentos na qual as massas dos queijos foram submetidas, pois a água está fortemente ligada à proteína (MACHADO et al., 2004).

Outro constituinte que também se mostrou com teores diferenciados nos três tipos de queijos foi a proteína, cujos resultados obtidos foram: 15,91% no queijo com leite integral, 17,49% no queijo com leite semidesnatado e 18,39% no queijo desenvolvido com o leite desnatado, estes dados quando comparados entre si, diferiram ( $p < 0,05$ ) apenas quando se considerou o leite integral e leite desnatado.

A determinação centesimal das cinzas pode ser sintetizada em: 2,65% no queijo com leite integral, 2,93% no queijo com leite semidesnatado e 3,14% no queijo com o leite desnatado, estes dados quando confrontados entre si, também foram estatisticamente significativos nos três tipos de leite amostrados ( $p < 0,05$ ). O aumento no teor de cinzas no leite desnatado é decorrente da redução do teor de gordura utilizado na matéria-prima.

Não houve diferença ( $p > 0,05$ ) do pH, nos três tipos de queijos analisados neste estudo, assim os respectivos valores para esta variável foram de 6,66 no queijo com leite integral, 6,69 no queijo com leite semidesnatado e 6,72 no queijo desenvolvido com leite desnatado. Da mesma forma, a mensuração da acidez titulável nas mesmas amostras seguiu a seguinte disposição: 0,37% no queijo com leite no integral, 0,51% no queijo com leite semidesnatado e 0,37% no queijo desenvolvido com o leite desnatado, estes dados

quando comparados entre si também foram estatisticamente significativos, somente entre o leite semidesnatado ( $p < 0,05$ ), enquanto para o integral e desnatado os resultados não se mostraram divergentes ( $p > 0,05$ ).

Quanto aos aspectos colorimétricos definidos por  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , a coordenada  $L^*$  corresponde a luminosidade,  $a^*$  e  $b^*$  referem-se às coordenadas de cromaticidade verde (-)/vermelho(+) e azul(-)/amarelo(+), respectivamente (Santos et al., 2011).

As medições foram realizadas em triplicata com o aparelho previamente calibrado, usando a parte interna do queijo para avaliação, imediatamente após a retirada da embalagem, não houve diferença entre os três tipos de tratamento para a coordenada  $L^*$ , e os valores encontrados foram: 84,03 no queijo com leite integral, 83,91 no queijo com leite semidesnatado e 84,30 no queijo com leite desnatado, de modo que, o tipo de leite não influenciou ( $p > 0,05$ ) na luminosidade do queijo.

Segundo Andrade et al. (2007) o parâmetro  $L^*$  indica a luminosidade e refere-se à capacidade do objeto em refletir ou transmitir luz, variando numa escala de zero a 100. Quanto maior o valor de  $L^*$ , mais claro o objeto.

Em contrapartida a coordenada  $a^*$  diferiu entre os três tipos de queijos com diferentes teores de gordura quando comparados entre si ( $p < 0,05$ ). Dessa maneira, os resultados foram: -0,28 no queijo com leite integral, -0,85 no queijo com leite semidesnatado e -1,50 no queijo com leite desnatado. Estes valores confirmam os resultados encontrados por Sheehan et al. (2009) que na avaliação colorimétrica dos queijos também verificaram diferenças com relação a inserção de gordura na matéria-prima.

Os valores obtidos para o parâmetro  $b^*$  foram: 12,30 para o queijo com leite integral, 10,90 para o queijo semidesnatado e 8,99 para o queijo com leite desnatado, verificou-se que o componente  $b^*$  sofreu decréscimo na medida em que o teor de gordura no leite foi reduzido, por fim, também diferiu entre os três tipos de queijos com diferentes teores de gordura quando comparados entre si ( $p < 0,05$ ). Em consonância com os estudos realizados por Sheehan et al., (2009) e Santos et al., (2011).

Também foram calculadas a matriz ( $H^\circ = \arctan b^*/a^*$ ) e croma [ $C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ], conforme descrito em Konica Minolta Sensing (2007) e Silva et al., (2010).

Os teores de verde e amarelo devem ser analisados também com auxílio do Chroma, que informa a intensidade da cor (SILVA et al., 2010). Quanto maior o Chroma, mais intensa a formação de cor por pigmentos cromogênicos.

Chroma também é influenciado pelo teor de umidade e intensidade de reflexão da luz branca. Quanto menor a reflexão, maior a oportunidade de formação de cor. Percebe-se, portanto, que com a redução nos teores de gordura, a cor se tornou menos intensa ( $p < 0,05$ ). Quanto ao ângulo Hue, os valores observados foram: 85,16 para os queijos com leite integral, 84,49 para os queijos com leite semidesnatado e 76,47 e a interação estatística somente foi evidenciada entre a comparação do leite integral como o desnatado ( $p < 0,05$ ), mas os resultados também foram decrescentes em acordo com os teores de

gordura na base. De maneira similar aos estudos de Perry (2004) que demonstrou que a cor dos queijos também pode ser fortemente relacionada com o teor de lipídeos da matéria-prima.

Os rendimentos dos queijos foram: 4,36 (kg/kg) para o queijo integral, 4,20 (kg/kg) para queijo semidesnatado e 4,48 (kg/kg) para queijo desnatado. Estes resultados não apresentaram diferenças expressivas ( $p>0,05$ ) entre os três tratamentos analisados. Segundo Grandison (1986), os principais determinantes do rendimento deste produto são as concentrações de caseína e a gordura do leite, que não se repetiu no presente trabalho. Martins et al., (2000) relataram rendimento médio de 4,42 kg/kg para o queijo Minas frescal, valores muito próximos aos obtidos.

Os dados referentes aos valores médios e erro padrão dos parâmetros analisados de textura: dureza, elasticidade, coesividade, mastigabilidade, gomosidade, adesividade, fraturabilidade e resiliência dos queijos frescos com diferentes teores de gordura encontram-se expressos na Tabela 3.

Os resultados indicaram que as amostras diferiram ( $p<0,05$ ) entre si nos parâmetros dureza (Newton - N), elasticidade (Milímetro - mm), gomosidade (Newton - N) e fraturabilidade (Newton - N), porém, não houve diferença ( $p>0,05$ ) em relação à coesividade, mastigabilidade (Megajoule - mJ), adesividade (Megajoule - mJ) e resiliência.

As amostras de queijo com diferentes teores de gordura apresentaram dureza de 2,74 N para o queijo com leite integral, 2,82 N para o queijo com leite semidesnatado e 3,49 N para o queijo com leite desnatado, a diferença só ocorreu entre os queijos com leite integral e desnatado ( $p<0,05$ ). Tal fato pode ser explicado devido ao queijo tradicional conter menor teor de umidade, proteína e maior teor de gordura, enquanto o queijo de leite desnatado apresenta maior teor de umidade, proteína e menor teor de lipídios, como demonstrado na Tabela 2, resultado este que são balizados pela ABIQ, (2018).

Já ao se considerar os valores relativos à fraturabilidade, os dados obtidos foram: 0,18 N para queijos com leite integral, 1,65 N para queijo com leite semidesnatado e 2,10 N para queijo com leite desnatado e um elevado coeficiente de variação de 108,96%, com resultados significativos ( $p<0,05$ ) para os queijos integrais quando comparados ao desnatado indicando que o queijo convencional necessitou de menor intensidade de força para romper a superfície, quando comparado com o queijo desnatado, resultados idênticos ao estudo realizado por González et al., (1988).

Variáveis	Tratamento		
	Integral	Semi desnatado	Desnatado
Dureza (N)	2,74 ±0,11b	2,82 ±0,16b	3,49 ±0,20 <sup>a</sup>
Elasticidade (mm)	13,55 ±0,97 <sup>a</sup>	9,61 ±0,85b	9,86 ±0,96b
Coabilidade	0,82 ±0,01 <sup>a</sup>	0,81 ±0,01 <sup>a</sup>	0,83 ±0,01 <sup>a</sup>
Mastigabilidade (mJ)	32,25 ±3,48 <sup>a</sup>	22,48 ±2,72 <sup>a</sup>	29,21 ±3,80 <sup>a</sup>
Gomosidade (N)	2,27 ±0,11b	2,29 ±0,14b	2,91 ±0,17 <sup>a</sup>
Adesividade (mJ)	0,10 ±0,03 <sup>a</sup>	0,23 ±0,06 <sup>a</sup>	0,14 ±0,04 <sup>a</sup>
Fraturabilidade (N)	0,18 ±0,06b	1,65 ±0,29b	2,10 ±0,34 <sup>a</sup>
Resiliência	0,47 ±0,01 <sup>a</sup>	0,47 ±0,01 <sup>a</sup>	0,47 ±0,01 <sup>a</sup>

Tabela 3 - Valores médios e erro padrão da dureza, elasticidade, coabilidade, mastigabilidade, gomosidade, adesividade, fraturabilidade e resiliência dos queijos frescos com diferentes teores de gordura.

Letras distintas na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Quanto a adesividade não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os queijos com diferentes teores de gordura e os resultados encontrados foram: 0,10 mJ para queijos com leite integral, 0,23 mJ para queijos com leite semidesnatado e 0,14 mJ para queijos com leite desnatado.

Os valores de elasticidade foram: 15,55 mm para queijos com leite integral, 9,61 mm para queijos com leite semidesnatado e 9,86 mm para queijos com leite desnatado. Apenas o queijo produzido com leite integral mostrou-se com diferenças ( $p < 0,05$ ) na elasticidade, em comparação com as demais amostras, e pode ser explicado pelo maior teor de lipídios que esse queijo apresenta (Tabela 1).

Com relação à coabilidade, os resultados foram: 0,82 para queijos com leite integral, 0,81 para queijos com leite semidesnatado e 0,83 para queijos com leite desnatado, não apresentando diferenças ( $p > 0,05$ ), mesmo os queijos diferindo entre os teores de umidade e proteínas.

Ao se abordar a mastigabilidade os resultados foram: 32,25 mJ para o queijo com leite integral; 22,48 mJ para o queijo com leite semidesnatado e 29,21 mJ para o queijo com leite semidesnatado. As três amostras de queijo não apresentaram diferenças ( $p > 0,05$ ) entre si em relação à mastigabilidade, mesmo sendo comprovada a diferença na composição química de cada queijo, podendo influenciar na formação da rede tridimensional, modificando o padrão de mastigabilidade, discordando com os achados de Piazzon-Gomes (2010).

### 3.2 Doce de leite

Os dados referentes aos valores médios e erro padrão da gordura (%), proteína (%), umidade (%), cinzas (%), pH, acidez titulável (%), °Brix e parâmetros instrumentais de cor (L\*, a\*, b\*, Chroma e Hue) dos doces de leite com diferentes teores de gordura, estão expostos na Tabela 4.

Variáveis	Tratamento		
	Integral	Semidesnatado	Desnatado
Gordura	7,91 ±0,09 <sup>a</sup>	5,26 ±0,05 <sup>b</sup>	1,14 ±0,06 <sup>c</sup>
Proteína	3,50 ±0,06 <sup>b</sup>	4,29 ±0,33 <sup>b</sup>	6,86 ±0,80 <sup>a</sup>
Umidade	18,31 ±1,47 <sup>ab</sup>	15,69 ±1,11 <sup>b</sup>	21,91 ±1,86 <sup>a</sup>
Cinzas	1,79 ±0,05 <sup>b</sup>	1,99 ±0,04 <sup>a</sup>	1,97 ±0,06 <sup>a</sup>
pH	6,94 ±0,02 <sup>a</sup>	6,91 ±0,03 <sup>a</sup>	6,74 ±0,03 <sup>b</sup>
Acidez	2,75 ±0,11 <sup>a</sup>	2,76 ±0,11 <sup>a</sup>	3,08 ±0,05 <sup>a</sup>
°Brix	74,11 ±0,75 <sup>ab</sup>	76,67 ±0,76 <sup>a</sup>	72,67 ±1,48 <sup>b</sup>
L	69,58 ±0,25 <sup>b</sup>	70,07 ±0,40 <sup>b</sup>	76,06 ±0,36 <sup>a</sup>
a*	1,54 ±0,12 <sup>a</sup>	1,97 ±0,20 <sup>a</sup>	-0,78 ±0,16 <sup>b</sup>
b*	26,50 ±0,19 <sup>a</sup>	27,09 ±0,44 <sup>a</sup>	19,55 ±0,27 <sup>b</sup>
Chroma	26,56 ±0,20 <sup>a</sup>	27,20 ±0,45 <sup>a</sup>	19,63 ±0,27 <sup>b</sup>
Hue	86,78 ±0,25 <sup>a</sup>	26,21 ±10,68 <sup>b</sup>	-51,20 ±6,84 <sup>c</sup>

Tabela 4 - Valores médios e erro padrão da gordura (%), proteína (%), umidade (%), cinzas (%), pH, acidez titulável (%), °Brix e parâmetros instrumentais de cor (L\*, a\*, b\*, Chroma e Hue) dos doces de leite com diferentes teores de gordura.

Letras distintas na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Os resultados físico-químicos do doce de leite oscilaram conforme o teor de gordura utilizado da matéria-prima. Os trabalhos com este tipo de produto apresentam grande variação, especialmente em relação ao teor de umidade, sólidos totais, gordura e perfil sensorial (GALLINA et al., 2009).

Os teores de gordura foram de 7,91% para o doce com leite integral, 5,26% para o doce com leite semidesnatado e 1,14% para o doce com leite desnatado, demonstrando que a padronização do leite com diferentes teores de gordura foi eficiente.

O conteúdo de lipídeos do doce de leite deve ser de 6,0% a 9,0% de acordo com a legislação (BRASIL, 1997), e foi observado no doce com leite integral. Milagres et al. (2010) identificaram valores entre 6,5% e 9,5% de gordura em doce de leite produzido com leite *in natura*. Demiate et al. (2001) relatou ausência de gordura em amostra de doce de leite desnatado até o valor máximo de 8,4% de gordura em amostras comerciais de doce de leite pastoso, corroborando com os resultados desta pesquisa quanto aos doces de leite produzidos com diferentes teores de gordura na matéria-prima.

O teor proteico dos doces de leite foi inversamente proporcional ao teor de gordura na matéria-prima. Assim, somente o doce com leite desnatado mostrou-se em conformidade com a legislação vigente que recomenda no mínimo 5% de proteína (BRASIL, 1997).

Os teores de umidade foram de 18,31% para doce de leite integral, 15,69% para doce de leite semidesnatado e 21,91% para doce de leite desnatado, com diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre o leite semidesnatado frente o leite desnatado. Em conformidade com a legislação brasileira, este derivado lácteo, deve conter teores máximos de umidade de 30%, e foi observado em todos os doces produzidos com leite de diferentes teores de gordura.

Demiante et al. (2001) avaliaram 42 amostras de doce de leite comercializadas no Estado de São Paulo e Paraná, que revelaram teores de umidade entre 19,0% a 37,2%, sendo que 23,8% estavam em desacordo com a legislação brasileira.

Valores menores de umidade foram observados neste estudo, desta forma, Francisquini et al. (2016) apontaram que a baixa umidade do doce de leite pastoso melhora a conservação do produto, porém, facilita o aparecimento de arenosidade, que pode ser identificada nas avaliações sensoriais. Foram avaliadas 12 marcas comerciais de doce de leite no Brasil, com média de 31,61% de umidade, com valor máximo de 44,92% e mínimo de 22,10%.

O conteúdo de cinzas das amostras de doce de leite ficou abaixo do limite máximo de 2% recomendado por BRASIL, (1997). Estes resultados são semelhantes aos reportados por Pieretti et al. (2013), com média de 1,85% de cinzas em doce de leite com açúcar mascavo.

Os valores de pH encontram-se em acordo com a literatura que sugere valores entre 6,0 até 6,75, conforme Oliveira et al., (2010). No entanto, os resultados desse estudo divergiram dos valores de pH de 6,22 e 6,39 obtidos por Milagres et al., (2010).

Os sólidos solúveis totais das amostras de doce de leite deste estudo foram maiores que a relatada por Francisquini et al. (2016) com valor médio de 63,79 °Brix em doce de leite industrializado. Embora o doce de leite integral tenha apresentado mais escuro que o doce de leite desnatado, os resultados desta pesquisa discordaram de Pereira et al. (2012) que informaram valores entre 39,77 a 42,41 em amostras de doce de leite pastoso e 38,98 a 54,70 em doce de leite em barra.

A coordenada  $a^*$  foi a variável que apresentou um dos maiores coeficientes de variabilidade (240,90), e diferiu ( $p < 0,05$ ) entre o doce de leite integral e doce de leite desnatado, quando comparados entre si. Esse resultado confirma o encontrado por Oliveira et al. (2010) que na avaliação colorimétrica de doce de leite também observaram valores muito próximos com doce de leite *in natura*. Em contrapartida, discordam dos valores de Pereira et al. (2012) que verificaram valores entre 4,42 a 7,04 para doces cremosos e 6,93 a 9,30 para doces de leite em barra.

A variável  $b^*$  está em consonância com os estudos realizados por Oliveira et al.

(2010) e Pierreti et al. (2013) que apontaram que o doce de leite pastoso apresentou teor de sólidos de cerca de 70%, com coloração caramelo de intensidade variável, desde creme claro até marrom muito escuro, em função da intensidade das reações de Maillard e da caramelização.

Os teores de verde e amarelo devem ser analisados também com auxílio do Chroma, que informa a intensidade da cor (SILVA et al., 2010). Os valores obtidos nesse experimento foram de 26,56 para doce de leite integral, 27,20 para doce de leite semidesnatado e 19,63 para doce de leite desnatado. Quanto maior o Chroma, mais intensa a formação de cor por pigmentos cromogênicos (OLIVEIRA et al., 2012).

Além disso, o Chroma também é influenciado pelo teor de umidade e intensidade de reflexão da luz branca. Quanto menor a reflexão, maior a oportunidade de formação de cor (SILVA et al., 2010). Percebe-se, portanto, que com a redução nos teores de gordura, a cor se tornou menos intensa.

Os valores médios de Hue diminuíram com a redução do teor de gordura. De maneira similar Perry (2004) demonstrou que a cor dos derivados lácteos também pode ser fortemente relacionada com o teor de lipídeos da matéria-prima.

O rendimento dos doces de leite foram: 34,75% para o doce de leite desnatado, 35,16% para o doce de leite integral e 35,47% para o doce de leite semidesnatado, não apresentou diferença ( $p < 0,05$ ) para nestes derivados com diferentes teores de gordura. Assim, o rendimento industrial dos doces de leite, não dependem do teor de gordura na matéria-prima, mas sim do teor de sacarose ou o tipo de adoçante utilizados (MILAGRES et al., 2010).

### 3.3 Iogurte

Os dados referentes aos valores médios e erro padrão da gordura (%), proteína (%), umidade (%), cinzas (%), pH, acidez titulável (%) e parâmetros instrumentais de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , Chroma e Hue) dos iogurtes com diferentes teores de gordura, encontram-se dispostos na Tabela 5.

As percentagens de gordura foram distintas nos três tipos de iogurtes, de modo proporcional a prévia padronização da matéria-prima, e apresentaram valores médios de 2,76% no iogurte de leite integral, 1,22% no iogurte de leite semidesnatado e 0,16% no iogurte de leite desnatado. Estas variáveis quando comparadas entre si também diferiram ( $p < 0,05$ ) para os três tipos de leite amostrados. Cunha Neto et al. (2005) destacaram que o percentual de gordura em iogurte varia conforme a padronização do leite.

Variáveis	Tratamento		
	Integral	Semidesnatado	Desnatado
Gordura	2,76 ± 0,10 <sup>a</sup>	1,22 ± 0,05b	0,16 ± 0,02c
Proteína	3,50 ± 0,06b	4,29 ± 0,33a	3,96 ± 0,03ab
Umidade	88,17 ± 0,06c	88,92 ± 0,15b	90,52 ± 0,06 <sup>a</sup>
Cinzas	0,81 ± 0,01b	0,87 ± 0,01a	0,86 ± 0,0a
pH	4,11 ± 0,01b	4,17 ± 0,01a	4,12 ± 0,01b
Acidez	0,86 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,89 ± 0,01a	0,86 ± 0,01 <sup>a</sup>
L	95,44 ± 0,12 <sup>a</sup>	94,67 ± 0,20b	94,75 ± 0,09b
a*	-2,56 ± 0,01c	-2,86 ± 0,10b	-3,56 ± 0,00a
b*	12,60 ± 0,07 <sup>a</sup>	10,70 ± 0,39b	10,56 ± 0,06b
Chroma	12,86 ± 0,07 <sup>a</sup>	11,38 ± 0,21b	11,15 ± 0,05b
Hue	-78,47 ± 0,09 <sup>a</sup>	-69,75 ± 3,42b	-71,34 ± 0,10b

Tabela 5 - Valores médios e erro padrão da gordura (%), proteína (%), umidade (%), cinzas (%), pH, acidez titulável (%) e parâmetros instrumentais de cor (L\*, a\*, b\*, Chroma e Hue) dos iogurtes com diferentes teores de gordura.

Letras distintas na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

A hipótese, que pode justificar esta redução no teor de gordura no iogurte produzido com leite integral e semidesnatado, refere-se a forma como foi acrescentado o fermento (iogurte natural desnatado Itambé®), pois foi utilizado 10% deste produto comercial desnatado para cada litro de matéria-prima. Assim, ocorreu redução proporcional no teor deste constituinte no iogurte.

A instrução vigente no país padroniza os iogurtes de acordo com o teor de gordura, cuja classificação poderá ser: com creme aqueles cuja base láctea tenha um conteúdo de matéria gorda mínima de 6,0%; integrais aqueles cuja base láctea tenha um conteúdo de matéria gorda mínima de 3,0%; parcialmente desnatados: aqueles cuja base láctea tenha um conteúdo de matéria gorda máxima de 2,9% e desnatados aqueles cuja base láctea tenha um conteúdo de matéria gorda máxima de 0,5% (IN 46, 2007). Assim, os iogurtes produzidos neste estudo foram classificados como parcialmente desnatado, que foi obtido com os leites integral e semidesnatado e desnatado.

Os valores médios da proteína foram de 3,50% para o iogurte de leite integral, 4,29% para o iogurte de leite semidesnatado e 3,96% para o iogurte de leite desnatado, estes valores quando comparados entre si, foram significativos ( $p > 0,05$ ) na comparação entre o leite integral e o leite semidesnatado. Esse resultado foi semelhante ao encontrado por Rensis et al. (2008) que relataram valores de 4,81% a 4,03% para iogurtes com leite integral e 3,91% para iogurtes com leite desnatado.

Os teores de umidade foram de 88,17% no iogurte com leite integral, 88,92% no

iogurte com leite semidesnatado e 90,52% no iogurte com leite desnatado, estes valores quando comparados entre si, também se revelaram significativos para os três tipos de iogurtes amostrados ( $p < 0,05$ ).

Os teores de umidade deste trabalho são diferentes dos resultados obtidos por Oliveira et al. (2007) que elaboraram iogurte desnatado (light) à base de leite que foi adoçado com mel, em que obtiveram valores de 77,07% para umidade. Os resultados também se mostraram em desacordo com os valores obtidos por Silva et al. (2017) com variação de 82,84% a 84,71% em iogurtes com diferentes teores de gordura. Com a redução da gordura nos iogurtes derivados de leite semidesnatado e desnatado, verificou-se aumento no teor de umidade (MACHADO et al., 2004).

Os teores de cinzas relatados neste estudo, divergem dos valores reportados por Oliveira et al. (2007) que elaboraram iogurte desnatado (light) à base de leite de búfala, com média de 0,70% de cinzas. Entretanto, os valores foram muito semelhantes aos encontrados por Rensis et al. (2008) que obtiveram 0,93% de cinzas em iogurtes desnatados.

Houve diferença nos valores obtidos para o pH, somente através da comparação entre iogurte com leite integral e iogurte com leite semidesnatado ( $p < 0,05$ ), assim os respectivos valores para esta variável foram de 4,11 no leite integral, 4,17 no semidesnatado e 4,12 no desnatado. A legislação vigente para leite fermentado no país padroniza pH ideal entre 3,6 a 4,5 (BRASIL, 2007), todos os iogurtes deste estudo estavam em acordo com legislação.

A acidez titulável dos iogurtes situou-se dentro do limite de 0,6% a 1,5% recomendado por BRASIL (2007) para leites fermentados. Este parâmetro externa a necessidade dos laticínios no desenvolvimento de iogurte com baixa acidez, pois esta característica torna o produto mais aceitável por parte do consumidor, podendo ser obtido pela redução do tempo de fermentação, assim a acidez do iogurte vai se consolidando durante o processo de armazenamento e dependendo da acidez inicial do produto, da temperatura de armazenamento e do poder acidificante da cultura (SILVA et al., 2017).

Os valores de  $L^*$  foram de 95,44 no iogurte de leite integral, 94,67 no iogurte de leite semidesnatado e 94,75 no iogurte de leite desnatado, de modo que o teor de gordura influenciou ( $p < 0,05$ ) na coloração do iogurte integral quando comparado ao iogurte desnatado.

A coordenada  $a^*$  diferiu entre os três tipos de iogurtes com diferentes teores de gordura quando comparados entre si ( $p < 0,05$ ). Dessa maneira, os resultados foram de -2,56 no iogurte de leite integral, -2,86 no iogurte de leite semidesnatado e -3,56 no iogurte de leite desnatado. Esses valores confirmam os resultados encontrados por Sheehan et al., (2009) que na avaliação colorimétrica de diferentes derivados lácteos, também observaram diferenças com relação a inserção de gordura na matéria-prima.

Os valores obtidos para o parâmetro  $b^*$  foram de 12,60 para o iogurte de leite integral, 10,70 para o iogurte de leite semidesnatado e 10,56 para o iogurte de leite desnatado, verificou-se que o percentual do componente  $b^*$  sofreu decréscimo a medida que o teor de

gordura no leite foi sendo reduzido, por fim, também diferiu entre o iogurte de leite integral e o iogurte de leite desnatado quando comparados entre si ( $p < 0,05$ ).

Chroma também é influenciado pelo teor de umidade e intensidade de reflexão da luz branca. Quanto menor a reflexão, maior a oportunidade de formação de cor. Percebe-se, portanto, que com a redução nos teores de gordura, a cor se tornou menos intensa. Quanto ao ângulo Hue, os valores foram de -78,47 para os iogurtes de leite integral, -69,75 para os iogurtes de leite semidesnatado e -71,34 para os iogurtes de leite desnatado e a diferença somente foi observada entre a comparação do leite integral como o desnatado ( $p < 0,05$ ), mas os resultados também foram decrescentes de acordo com os teores de gordura na base. De maneira similar aos estudos de Perry (2004) que demonstrou que a cor dos derivados lácteos também pode ser fortemente relacionada com o teor de lipídeos da matéria-prima.

### 3.4 Análise Sensorial

Os resultados dos testes Q de Cochran, a frequência de escolha de cada atributo para o queijo e resultado do teste Q de Cochran para o questionário CATA podem ser identificados os 31 atributos que não apresentaram diferença significativa entre a variância das amostras para o queijo, e sugere que tais fatores não possuem importância para o consumidor na percepção global do produto. Contudo, estes dados ainda demonstram a capacidade discriminatória dos indivíduos, que foram capazes de constatar diferença entre os queijos produzidos com leite com teores diferenciados de gordura, para os demais 8 quesitos exemplificados por cor branca, cor creme, cor amarela fraca, quebradiça, sem sabor, pouco sal, sal no ponto e bom, realizou-se a análise de correspondência em função de demonstrarem resultados significativos ( $p < 0,10$ ).

Frequência de escolha de cada atributo para o doce de leite e resultado do teste Q de Cochran para o questionário CATA, descreve os resultados para os doces produzidos com leite com diferentes teores de gordura, em que foi possível identificar que não houve diferença significativa entre a variância das amostras para 29 atributos, o que sugere que estes quesitos não possuem importância para o consumidor na percepção global do produto. Contudo, foi possível demonstrar a capacidade discriminatória dos consumidores, com diferença significativa ( $p < 0,10$ ) para os outros 9 requisitos restantes a destacar: firme, brilhosa, opaca, mole, macia, duro, muita viscosidade, salgado, sabor de gordura. Estes termos descritores foram utilizados posteriormente na análise de correspondência.

A frequência de escolha de cada atributo para o iogurte e resultado do teste Q de Cochran para o questionário CATA 10 expõe os resultados para os 27 atributos que não apresentaram diferença ( $p > 0,10$ ) entre a variância das amostras para os iogurtes produzidos com leite com diferentes teores de gordura, portanto, sugere-se que estes quesitos não possuem importância para o consumidor na percepção global do produto. Entretanto, o resultado do presente estudo, identificou capacidade discriminatória dos

consumidores, com diferença significativa ( $p < 0,10$ ), para os outros quatro atributos a seguir representados: cor branca, cor creme, firme, cremoso e pouco cremoso. Estes termos descritores foram utilizados posteriormente na análise de correspondência.

Os gráficos resultantes das análises de correspondência estão demonstrados nas Figuras 1, 2 e 3. Desta forma, a Figura 5 apresenta os resultados para o queijo produzido com diferentes teores de gordura, a proximidade dos dados no gráfico a seguir, indica que ocorreu associação significativa, logo, percebe-se que os atributos pouco sal e cor creme estão atrelados ao queijo de leite integral, enquanto, a cor branca e o aspecto quebradiço estão associados com o queijo de leite desnatado, por fim, os atributos bom e sal foram evidenciados no queijo de leite desnatado e no queijo de leite semidesnatado. Porém, os atributos sem amargor e cor amarela fraca não se associaram a nenhum dos três tipos de queijo.

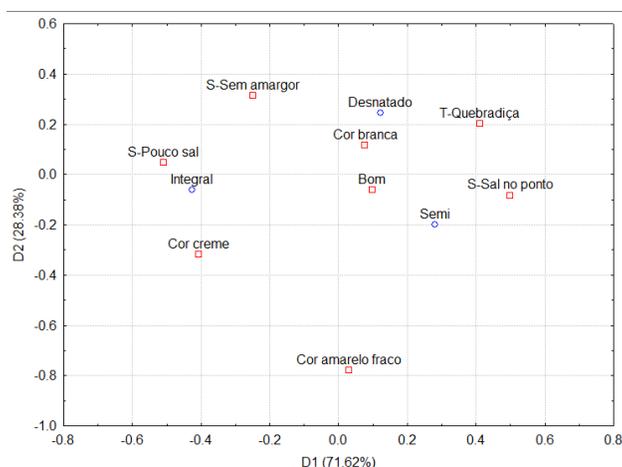


Figura 1 - Representação das amostras na primeira e segunda dimensão da análise de correspondência da tabela de frequência do questionário CATA, para o queijo com diferentes teores de gordura.

A Figura 2 apresenta as análises de correspondência dos atributos sensoriais significativos para o doce de leite produzido com diferentes teores de gordura, assim a disposição dos dados no gráfico a seguir, indica que ocorreu associação entre os aspectos duros e opacos no doce integral, enquanto, o atributo gordura mostrou-se associado apenas ao doce produzido com leite semidesnatado. Em contrapartida, a classificação muito viscosa e aparência firme, esteve presente no doce com leite semidesnatado e no doce de leite integral, já, a aparência brilhosa e a consistência macia foram as principais características presentes no doce de leite desnatado. Porém, os atributos aparência mole e sabor salgado não se associaram nos três tipos de doce amostrados neste estudo.

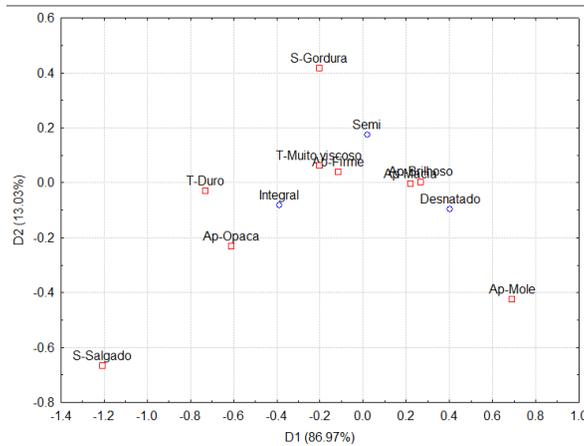


Figura 2 - Representação das amostras na primeira e segunda dimensão da análise de correspondência da tabela de frequência do questionário CATA, para o doce de leite com diferentes teores de gordura.

A Figura 3 apresenta as análises de correspondência dos atributos sensoriais significativos para o iogurte com diferentes teores de gordura, assim, a disposição dos dados no gráfico a seguir, indica que ocorreu associação para o aspecto cremoso e a aparência firme no iogurte semidesnatado, enquanto, o atributo cor branca associou-se ao iogurte desnatado, porém, o iogurte com leite integral não se associou a nenhum atributo.

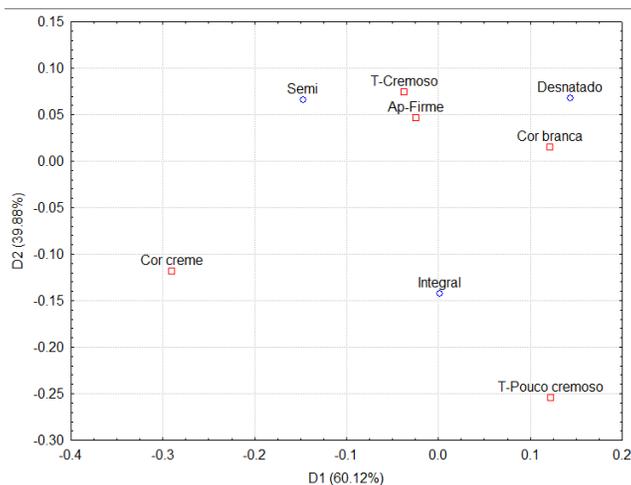


Figura 3 - Representação das amostras na primeira e segunda dimensão da análise de correspondência da tabela de frequência do questionário CATA, para o iogurte com diferentes teores de gordura.

## 4 | CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES

O desnate e padronização do leite para produção dos derivados lácteos foi eficiente, produzindo matéria-prima com teores de gordura padronizados em integral, semidesnatado e desnatado de acordo com a legislação brasileira. As variáveis físico-químicas do queijo, doce de leite e iogurte apresentaram-se proporcionais aos teores de gordura utilizados nas respectivas matérias-primas.

Os resultados do presente estudo sugerem que outras pesquisas sejam realizadas, visando a influência do desnate sobre os constituintes químicos e microbiológicos e vida útil de produtos lácteos com diferentes teores de gordura, submetidos a previa padronização.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE AA, RODRIGUES MCP, NASSU R, SOUZA NETO MA. Medidas instrumentais de cor e textura em queijo de coalho. **15º Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos**, 2007; Fortaleza.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO - ABIQ. **Queijos no Brasil**. 2005. Disponível em: <<http://www.abiq.com.br>>. Acesso em: 08 julho 2018.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 16. ed. Washington, DC, 1995. v. 2, 1094 p.

BRASIL, 2018. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 77, DE 26 DE NOVEMBRO DE 2018** - Diário Oficial da União - Imprensa Nacional.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Portaria nº 354, de 4 de setembro de 1997**.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Portaria nº146, de 07 de março de 1996**. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 março 1996, sec.1, p.3977.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Gabinete do Ministro **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 46, DE 23 DE OUTUBRO DE 2007** (nº 205, Seção 1, pág. 4).

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS). Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Brasília: MS; 2006.

CUNHA NETO, O.C.; OLIVEIRA, C.A.F.; HOTTA, R.M.; SOBRAL, P.J.A. Avaliação Físico-Química e Sensorial do logurte Natural Produzido com Leite de Búfala Contendo Diferentes Níveis de Gordura. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** 25(3): 448-453, 2005.

DEMIATE, I. M.; KONKEL, F. E.; PEDROSO R. A. Avaliação da qualidade de amostras comerciais de doce de leite pastoso-composição química. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.1, p.108-114, 2001.

DOSKA, M.C.; SILVA, D.F.F.; HORST, J.A. et al. Sources of variation in milk urea nitrogen in Paraná dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.692-697, 2012.

DÜRR, J.W. Programa nacional de melhoria da qualidade do leite: uma oportunidade única. In: DÜRR, J.W.; CARVALHO, M.P.; SANTOS, M.V. (Eds.) **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo: Editora Universidade de Passo Fundo, 2004. p.38-55.

FERREIRA, D F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE – FAO. **Milk and Dairy products in human nutrition**. Rome, 2013.

FOSCHIERA, J. L. **Indústria de Laticínios: Industrialização do leite, análises, produção de derivados**. Porto Alegre: Suliani Editografia Ltda, 2004. 88 p.

FRANCISQUINI, J.A.; OLIVEIRA, L.N.; PEREIRA, J.P.F.; STEPHANI, R.; PERRONE, Í.T.; SILVA, P.H.F. Avaliação da intensidade da reação de Maillard, de atributos físico-químicos e análise de textura em doce de leite. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 63, n.5, p. 589-596, 2016.

GALLINA, D. A.; ROGALSKY, A. D.; ALVES, A. T. S. Comparação de métodos para determinação do extrato seco total em doce de leite pastoso. **Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”**, nº 370, 64: 10-13, 2009.

GAZE, L. V.; OLIVEIRA, B. R.; CONTE JÚNIOR, C. A.; FREITAS, M. Q.; FERRAO, L. L.; GRANATO, D.; CAVALCANTI, R. N.; CRUZ, A. G. Preference mapping of dulce de leche commercialized in Brazilian markets. **Journal of dairy science**, v: 98, Issue: 3, Page: 1443-54. 2015.

GONZÁLEZ, V.; GIOIELLI, L. A.; OLIVEIRA, M. N. Influência do tamanho da amostra e da lubrificação na determinação da textura instrumental de queijo tipo Minas frescal. **Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo**, v. 34, n.2, p. 109-113, 1998.

JOBIM, C. C. et al. Produção e composição do leite de vacas da raça Holandesa alimentadas com feno de alfafa e de tifton-85 e silagem de milho. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 1039-1043, 2002.

KONICA MINOLTA SENSING. **Precise color communication: color control from perception to instrumentation**. Konica Minolta Sensing Incorporated, 2007.

LUCCI C.S., VALVASORI E., PEIXOTO JR K. & FONTOLAN V. Concentrações de Nitrogênio na dieta, no sangue e no leite de vacas lactantes no período pós-parto. **Revta Bras. Zootec.** 35(1):258-263, 2006.

MACHADO, E. C. et al. Características físico-químicas e sensoriais do queijo Minas artesanal produzido na região do Serro, Minas Gerais. **Ciênc. Tecnol. Alim.**,v. 24, n. 4, p. 516 -521, 2004.

MARTINS, EDVARDD. **Manual Técnico na Arte e Princípios da Fabricação de Queijos**. Paraná: 2000. 101p.

MEGID, J.; RIBEIRO, M.G.; PAES, A.C. **Doenças Infecciosas em Animais de Produção e de Companhia**. Rio de Janeiro: Roca, 2016, 1296p.

- MEYNER, M.; CASTURA, J.C. Check-all-that apply questions P. Varela, G. Ares (Eds.), **Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling**, CRC Press, Boca Raton, FL 2014.
- MILAGRES, M.P.; DIAS, G.; MAGALHÃES, M.A.; SILVA, M.O.; RAMOS, A.M. Análise físico-química e sensorial de doce de leite produzido sem adição de sacarose. **Revista Ceres**, 57(4), 439-445. 2010.
- OLIVEIRA, M. G. de et al. Análise microbiológica, físico-química e sensorial do iogurte de leite búfala integral e desnatado adoçado com mel de abelha. In: **ENCONTRO DE PROFISSIONAIS DA QUÍMICA DA AMAZÔNIA**, 10., 2007, Belém, PA. Recursos naturais: uma reflexão para os profissionais da química. Belém, PA: Anais... Belém: Conselho Regional de Química da 6ª Região, 2007.
- OLIVEIRA, R.M.E.; OLIVEIRA, A.R.C.; RIBEIRO, L. P.; PEREIRA, R.; PINTO, S.M.; ABREU, L.R. Caracterização Química de Doces de Leite Comercializados a Granel em Lavras/MG. **Rev. Inst. Latic. "Cândido Tostes"**, nº 377, v. 65: 5-8, p. 5-6, 2010.
- PAUCAR-MENACHO, L. M.; SILVA, L. H.; BARRETTO, P. A. A.; MAZAL, G.; FAKHOURI, F. M.; STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Desenvolvimento de massa alimentícia fresca funcional com a adição de isolado protéico de soja e povidexose utilizando pàprica como corante. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 28(4), out.-dez. 2008.
- PEREIRA, M. C. S.; BRUMANO, L. P.; KAMIYAMA, C. M.; PEREIRA, J. P. F.; RODARTE, M. P.; PINTO, M. A. O. Lácteos com baixo teor de lactose: uma necessidade para portadores de má digestão da lactose e um nicho de mercado. **Revista Instituto de Laticínio Cândido Tostes**, Juiz de Fora, n.389, v.67, p.57-65, 2012.
- PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**, v.27, n.2, p.293-300, 2004.
- PIAZZON-GOMES, J.; PRUDENCIO, S. H.; SILVA, R. S.S.F. Queijo tipo minas frescal com derivados de soja: características físicas, químicas e sensoriais. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v. 30, supl. 1, p. 77-85, 2010.
- PIERETTI, G.G.; SEOLLIN, V.J.; BENTO, R.S.; MICHKA, J.M.; SANTOS, R.D.; MADRONA, G.S. Doce de leite pastoso elaborado com açúcar mascavo: avaliação sensorial, físico-química e microbiológica. **Revista Instituto Laticínios "Cândido Tostes"**, 390, 59-64, 2013.
- PIMENTEL, T.C.; CRUZ, A.G.; PRUDENCIO, S.H. Short communication: Influence of long-chain inulin and *Lactobacillus paracasei* subspecies *paracasei* on the sensory profile and acceptance of a traditional yogurt. **J Dairy Sci.** v.96, (10), p. 6233-41, 2013.
- RAMÍREZ-RIVERA, E.J.; DÍAZ-RIVERA, P.; RAMÓN-CANUL, L.G.; JUÁREZ-BARRIENTOS, M.; J.J.; RODRÍGUEZ-MIRANDA, J.; HERMAN-LARA, E.; PRINYAWIWATKUL, W.; HERRERA-CORREDOR, J.A. Comparison of performance and quantitative descriptive analysis sensory profiling and its relationship to consumer liking between the artisanal cheese producers panel and the descriptive trained panel. **Journal of Dairy Science**. Volume 101, Issue 7, July 2018, Pages 5851-5864.
- RENSIS, C. M. V. B.; SOUZA, P. F. F. Análise sensorial de iogurtes light elaborados com adição de fibras de inulina e oligofrutose. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 5, p. 68-72, 2008.

SANTOS, B. M.; OLIVEIRA, M.E.G.; SOUSA, Y.R.F.; MADUREIRA, A.R.M.F.M.; PINTADO, M.M.E.; GOMES, A.M.P.; et al. Caracterização físico-química e sensorial de queijo de coalho produzido com mistura de leite de cabra e de leite de vaca. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, 2011;70(3):302-10.

SHEEHAN, J.J.; PATEL, A.D.; DRAKE, M.A.; MCSWEENEY, P.L.H. Effect of partial or total substitution of bovine for caprine milk on the compositional, volatile, non-volatile and sensory characteristics of semi-hard cheeses. **Int. Dairy J.** v. 19, p. 498-509, 2009.

SILVA, Á.G.F.; BESSA, M.M.; SILVA, J.R. Elaboração e Caracterização Físico-Química e Sensorial de Iogurte Light Prebiótico Adoçado Com Mel. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 72, n. 2, p. 74-84, 2017.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2010. 632p.

STEPHANI, R.; PERRONE, Í. Balanço de massa aplicado a tecnologia de produção do leite condensado: considerações teóricas. **Rev. Inst. Latic. "Cândido Tostes"**, v. 67, n. 387, p. 49-56. 2012.

VENTUROSO, R.C.; ALMEIDA, K.E.; RODRIGUES, A.M.; DAMIN, M.R.; OLIVEIRA, M.N. Determinação da composição físico-química de produtos lácteos: estudo exploratório de comparação dos resultados obtidos por metodologia oficial e por ultrassom. **Rev BrasCienc Farm**, v. 43, n. 4, p. 607-13, 2007.

## PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHA DE BIJUPIRÁ (*RACHYCENTRON CANADUM*)

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 20/05/2020

### Gilberto Arcanjo Fagundes

Eixo Tecnológico Produção Alimentícia, Instituto Federal Farroupilha (IFFar)  
Santo Augusto/RS, Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/6398383880663379>

### Ettore Amato

Dipartimento di Scienze della Salute, Università degli Studi di Milano (UNIMI)  
Milão, Itália.  
[Orcid.org/0000-0002-1052-7901](http://orcid.org/0000-0002-1052-7901)

### Myriam de las Mercedes Salas-Mellado

Laboratório de Tecnologia de Alimentos, Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande (FURG)  
Rio Grande, RS, Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/2052167248752218>

**RESUMO:** O enriquecimento de alimentos é considerado uma boa técnica para solução de problemas nutricionais. O bijupirá pode ser utilizado como matéria-prima em outros alimentos para melhorar a qualidade nutricional. Objetivo do trabalho foi obter farinha de bijupirá (FB), avaliar sua composição proximal, perfis bioquímicos de aminoácidos e ácidos graxos e microbiológico. A FB apresentou teores de minerais e lipídios em torno de 6 vezes acima do encontrado na farinha de trigo, e próximo a 9 vezes no teor de proteína, evidenciando a sua importância como matéria-

prima de alto valor nutricional. A FB apresentou um alto teor de lipídeos; com predominância de os ácidos graxos insaturados, de grande importância nutricional para a alimentação humana. Os aminoácidos ácido glutâmico e ácido aspártico foram os aminoácidos encontrados em maior concentração, que somados totalizam quase 25% do total. Dentre os aminoácidos essenciais, a lisina, que é limitante em fontes de origem vegetal, correspondeu a 7,65% de todos os aminoácidos, seguida pela leucina, com 6,46%. A FB apresentou uma melhor qualidade microbiológica que a farinha de trigo para os microrganismos avaliados, sugerindo que a obtenção, realizada em laboratório, foi adequada do ponto de vista higiênico-sanitário.

**PALAVRAS-CHAVE:** polpa; pescado; liofilização; ácidos graxos; aminoácidos;

### PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF BIJUPIRÁ FLOUR (*RACHYCENTRON CANADUM*)

**ABSTRACT:** Food enrichment is considered a good technique for solving nutritional problems. Bijupira can be used as a raw material to improve nutritional quality into other foods. The objective of the work was to obtain bijupirá flour (FB), to evaluate its proximal composition, amino acids and fatty acids and microbiological profiles. FB presented mineral and lipid contents around 6 times higher than that found in wheat flour, and close to 9 times in protein content, showing its importance as a raw material with high nutritional value. FB had a high content of lipids; with a predominance of unsaturated fatty acids, of great

nutritional importance for human consumption. The glutamic acid and aspartic acid were the amino acids found in the highest concentration, which together totaled almost 25% of the total. Among the essential amino acids, lysine, which is limiting in sources of plant origin, corresponded to 7.65% of all amino acids, followed by leucine, with 6.46%. FB showed a better microbiological quality than wheat flour for the microorganisms evaluated, suggesting that the production, carried out in the laboratory, was with adequate hygienic-sanitary conditions.

**KEY-WORDS:** fish flour; lyophilization; fatty acids; aminoacids;

## 1 | INTRODUÇÃO

As inovações no processamento e a crescente exigência do consumidor por alimentos que apresentem além de alta qualidade sensorial e nutricional, também benefícios associados à saúde, fazem surgir a necessidade de novos produtos que atendam as estas exigências (MOSCATTO *et al.*, 2004). Associado a isso, o abastecimento de nutrientes para a humanidade é um desafio constante, e o suprimento de proteínas é um problema vital, tanto em quantidade quanto em qualidade. Por isso, existe a necessidade pela busca de fontes alternativas de proteínas e de novos processos de obtenção.

Segundo a FAO (2018), o consumo de pescado per capita no Brasil é de pouco mais de 10 kg/ano, menor que o recomendado pela respectiva organização (12 kg/habitante/ano) e muito abaixo da média mundial (20,5kg/habitante/ano). Na dieta dos brasileiros, os pescados contribuem com apenas 2,7 g de proteína/dia, valor bem abaixo comparado aos 51 g/dia consumido de proteínas de outras fontes de origem animal e dos 94,5 g/dia do total de proteína consumido.

O bijupirá é um peixe que apresenta uma alta taxa de crescimento, sendo capaz de alcançar um peso médio entre 4 e 6 kg em 12 meses (BENETTI *et al.*, 2008), e entre 8 e 10 kg em 16 meses (LIAO *et al.*, 2004). Nas fases iniciais de desenvolvimento, o bijupirá cresce numa razão média superior a 1mm por dia, com taxas de conversão alimentar próximas a 1,1:1 (ARNOLD *et al.*, 2002; WEBB *et al.*, 2007). Esses peixes atingem até 2 m de comprimento e podem pesar até 70kg (SHAFFER; NAKAMURA, 1989). Devido à essas importantes características, o bijupirá é um pescado versátil para utilização em diversos produtos.

O enriquecimento de alimentos é considerado uma boa técnica para solução de problemas nutricionais, e no Brasil, programas institucionais vêm promovendo campanhas de complementação alimentar para populações carentes, procurando minimizar suas deficiências nutricionais. Dessa forma, o bijupirá pelas características mencionadas, e através de suas proteínas, podem complementar o perfil aminoacídico dos pães de trigo e melhorar o estado nutricional principalmente de populações com carência proteico-calórica.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Matérias-primas

Os espécimes de bijupirá (Figura 1) foram fornecidos pela Estação Marinha de Aquicultura (EMA), da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). A farinha de trigo (tipo I) foi fornecida pelo Moinho Galópolis (Rio Grande/RS, Brasil).



Figura 1. Vista lateral de um exemplar de bijupirá (*Rachycentron canadum*).

Fonte: Peregrino Jr., 2009.

### 2.2 Procedimento Experimental

#### 2.2.1 Obtenção da farinha de bijupirá

Foi realizada de acordo com Centenaro et al. (2007), com modificações. Os pescados, inteiros e congelados, foram transportados em caixa térmica apropriada da Estação Marinha de Aquicultura até o Mercado Público Municipal da cidade de Rio Grande, onde foram eviscerados e filetados. Após o beneficiamento inicial, os filés foram levados à Unidade de Processamento de Pescados do Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA-FURG), onde foram processados em despoldadeira (marca High Tech, modelo HT/250C, Brasil) para remoção de resíduos e sobras de pele e espinhos, e obtenção da polpa. Esta por sua vez, foi lavada 3 vezes na proporção de 1:1,5 (polpa/água), utilizando água destilada como solvente, com duração de 5 minutos cada ciclo, sob agitação constante. A massa foi centrifugada em hidroextrator (marca Anko Food Machine, modelo YL/15, Taiwan) para remoção do excesso de água, congelada em ultrafreezer (Indrel Ultrasilence line IVLT 90-D, Brasil) em pequenos blocos, a  $-80^{\circ}\text{C}$  por 48 horas e após liofilizada (marca Liotop, modelo L108, Brasil). A polpa seca resultante foi triturada em moinho de facas (marca Tecnal, modelo TE-633 TecMill, Brasil) e peneirada em malha de 42 mesh, obtendo-se assim a polpa em pó, a qual foi denominada farinha de bijupirá (FB). O processo está representado na Figura 2.

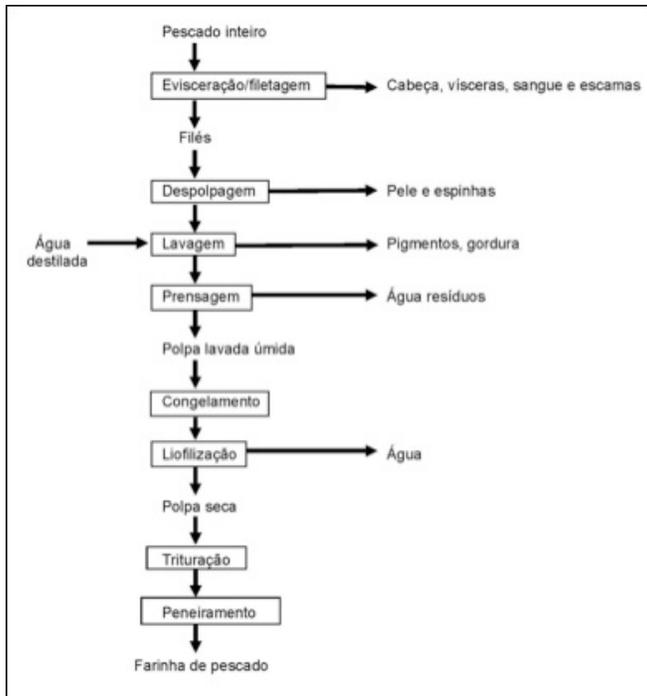


Figura 2. Fluxograma do processo de obtenção da farinha de bijupirá.

### 2.2.2 Composição Proximal

Realizada de acordo com a metodologia da AOAC (2000), em triplicata. Lipídios (por extração com éter de petróleo em extrator Soxhlet); proteínas (determinado o nitrogênio total, utilizando o equipamento micro-Kjeldahl e o fator 6,25 para conversão); cinzas (por método gravimétrico, em forno mufla à temperatura de 550°C por 5 horas); umidade (em estufa à temperatura de 105°C, até peso constante, método 925.10). O teor de carboidratos totais foi determinado por diferença.

### 2.2.3 Perfil de Aminoácidos

A determinação de aminoácidos da farinha de bijupirá foi realizada pela empresa CBO – Análises Laboratoriais (Campinas/SP, Brasil), utilizando um analisador de aminoácidos SPC 1000 adaptado para o método de derivatização pré-coluna com fenilisotiocianato PITC e quantificação por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) em fase reversa, utilizando detecção em UV a 254nm. O conjunto é constituído de desgaseificador, módulo de bomba quaternária, válvula de injeção Rheodyne, módulo de forno e módulo de detecção UV, equipado com coluna LUNA C18 100Å 5u, 250x4,6mm 00G-4252-EQ.

## 2.2.4 Perfil Lipídico

As amostras de farinhas tiveram seus ácidos graxos caracterizados por cromatografia gasosa (MILLER; ENGEL, 2006) com detector de ionização de chama (GC/FID marca Shimadzu, modelo 17A, Alemanha), equipado com coluna capilar de sílica fundida DB-5 (metil silicone com 5% de grupos fenila, com 30m x 0.25mm x 0.25µm), na seguinte programação de temperatura: 180°C (0min); 1°C/min<sup>-1</sup> – 210°C; 10°C/min<sup>-1</sup> – 280°C (10min) e nas seguintes condições: temperatura da coluna = 180°C, e temperatura do detector = 280°C e temperatura do injetor = 280°C, split 1:50. A identificação dos ácidos graxos foi feita por comparação com o tempo de retenção de padrões cromatográficos.

## 2.2.5 Avaliação Microbiológica

As amostras foram diluídas (1:10) em solução salina contendo peptona e homogeneizada em Stomacher (Smasher, AES Laboratoire) durante 120 segundo e realizadas as diluições decimais em meios de ágar genérico para a carga microbiana total e/ou seletiva para a pesquisa de microrganismos específicos. Os métodos de semeadura, temperaturas e tempos de incubação estão apresentados na Tabela 1.

Análise	Método	Unidade medida	Meio e Temperatura de incubação (°C)	Tempo de incubação
Carga microbiana total (mesófilos)	ISO 48833-2:2013	UFC/g	PCA – 30°C	72h
Enterobacteriaceae Gram negativas totais	ISO 21528-2:2004	UFC/g	VRBGA – 30°C	24h
Coliformes totais	ISO 4832:2006	UFC/g	VRBGA – 30°C	24h
E. coli	ISO 16649-2:2001	UFC/g	VRBGA – 30°C	24h
S. aureus	UNI EN ISO 6888-1:2004	UFC/g	VRBGA – 30°C	24h
B. cereus	ISO 7932:2004	UFC/g	VRBGA – 30°C	24h
Leveduras e fungos	LM/MP/N.8 2000	UFC/g	MEA – 30°C	72h
Staphylococcus coagulase positivo	ISO 6888:1999	UFC/g	BP – 37°C	24h
Salmonella	UNI EN ISO 6579:2004	Em 25g	APT – 37°C RV – 41,5°C MKTBB – 37°C RAMBACH – 41,5°C	24h

Tabela 1. Metodologia utilizada para análise microbiológica das farinhas.

UFC: unidades formadoras de colônia; PCA: ágar padrão para contagem; VRBGA: Violet Red Bile Glucose Agar – ágar para contagem de enterobactérias; MEA: Malt Extract Agar – extrato de malte + ágar; BP: ágar Baird Parker; APT: Água Peptonada Tamponada; RV: Rappaport Vassiliadis; MKTBB: base de caldo tetratonato Muller Kauffmann; RAMBACH: Ágar Salmonella Diferencial.

### 2.2.6 Tratamento dos dados

Os resultados das análises foram analisados pelo programa *Statistic*, versão 7.0 (StatSoft, USA, 2004), com análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para a comparação das médias.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Obtenção, rendimento e composição proximal da farinha de bijupirá.

O rendimento médio de músculo obtido do bijupirá foi próximo a 25% da massa total de pescado, conforme apresenta a Tabela 2. Após as etapas de despulpagem e lavagem, o peso da polpa úmida foi maior que o peso dos músculos, isso se deve à incorporação de água pelas proteínas da polpa durante a etapa de lavagem.

Apesar do baixo rendimento, comparado ao pescado inteiro, a farinha resultante, além de excelente fonte de proteínas e de lipídios insaturados, apresentou coloração bastante clara, e ausência de odores acentuados a pescado. A Figura 3 mostra a polpa de bijupirá obtida após a liofilização.

Porção	Rendimento (g/100g)
Pescado inteiro	100
Resíduos*	63,33
Músculo	24,44
Polpa úmida	30,00
Polpa liofilizada	3,27

Tabela 2. Rendimento de obtenção da polpa liofilizada de bijupirá.

\* Cabeça, vísceras, pele.



Figura 3. Polpa de bijupirá após ser liofilizada.

Na literatura, Centenaro et al. (2007), estudando enriquecimento proteico em pães, obtiveram rendimento de 34% de polpa úmida e 3,7% de polpa seca para cabrinha (*Prionotus punctatus*), e rendimento de 31,6% de músculo. Lima et al. (2012) estudando diferentes pescados, encontraram rendimento de 25,24% de músculo para caranha (*Piaractus mesopotamicus*), 27,76% para tambaqui (*Colossoma macropomum*) e 32,03% para vermelho (*Lutjanus sp.*).

Simões et al. (2007), estudando o rendimento em músculo de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*), obtiveram o valor de 17,38%, enquanto que Monteiro (2013), estudando farinhas obtidas a partir dos resíduos de tilápia, verificou que o rendimento em files foi de 28,09%. Gonçalves (2014) obteve rendimento de 3,3% de polpa seca liofilizada de bijupirá, utilizando o mesmo método de extração. Os valores de rendimento de músculos e polpa variam amplamente em função da espécie, de sua morfologia, da idade e do método de obtenção.

Os pescados apresentam proteínas de elevado valor biológico, superior à outras fontes de origem animal, como o leite e a carne bovina. Além do conteúdo proteico, a quantidade e qualidade dos lipídios presentes na farinha de bijupirá assumem igual importância, em função, principalmente, da composição dos ácidos graxos de alto valor nutricional (GONÇALVES, 2014). A Tabela 3 apresenta a composição proximal das farinhas de trigo e de bijupirá, principais matérias-primas utilizadas no trabalho.

Constituinte	FT (g/100g)	FB (g/100g)
Umidade	9,4a ± 0,73	4,35b ± 0,98
Cinzas	0,14b ± 0,03	0,89a ± 0,07
Proteína	9,8b ± 0,48	86,54a ± 0,46
Lipídios	1,4b ± 0,17	8,22a ± 1,25
Carboidratos*	79,26 ± 0,35	-

Tabela 3. Composição proximal da farinha de trigo (FT) e de bijupirá (FB).

Os valores representam a média de triplicatas. \*Obtido por diferença. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística pelo Teste de Tukey a 5%.

Segundo Gonçalves (2014), a composição proximal da farinha de bijupirá pode ter variações quanto a concentração de seus constituintes em função de diversos fatores, tais como: idade, peso, condições de alimentação, composição corpórea, etc. Este autor, estudando adição de polpa de bijupirá em biscoitos, obteve um teor de proteínas (83,9%) próximo ao valor encontrado neste estudo.

Rebouças et al. (2012), estudando o desenvolvimento de *cookie* com adição de concentrado proteico de pescado, obtiveram um teor de proteínas igual a 85% e 8% de

lipídios no concentrado.

A farinha de bijupirá apresentou concentração dos teores de cinzas e lipídios em torno de 6 vezes acima do encontrado na farinha de trigo, e próximo a 9 vezes no teor de proteína, evidenciando desta forma tanto a sua importância nutricional quanto a importância de uso como matéria-prima a ser utilizada na formulação de outros produtos, como os de panificação (BONACINA; QUEIROZ, 2007; PEREIRA et al., 2003; ROSA; FERRANDIN; SOUSA, 2012, REBOUÇAS et al., 2012, VEIT et al., 2012).

Benites (2003), estudando a obtenção de farinhas a partir da silagem dos resíduos de Castanha (*Umbrina canosa*), obteve teores de proteína e lipídios de 66 e 8,95%, respectivamente. Este mesmo autor comparando com uma farinha de pescado comercial, verificou que essa por sua vez apresentou teores de 53% de proteínas, 9,94% para lipídios e 4,36% de umidade. Com exceção do teor de proteínas, a concentração de lipídios e umidade da farinha comercial foi bastante próxima ao obtido neste estudo.

Monteiro et al. (2012), elaboraram farinhas a partir dos resíduos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e obtiveram 37,10% de proteína para farinha obtida a partir da cabeça do pescado, e 58,82% para farinha obtida da carcaça. O teor de umidade foi 3,02 e 7,84%, respectivamente.

Avaliando os demais trabalhos da literatura, de uma maneira geral, a composição proximal obtida a partir da farinha de bijupirá se apresentou muito semelhante às farinhas e/ou concentrados proteicos de outras espécies de pescado, destacando a qualidade proteica devido à composição em aminoácidos essenciais, e ao conteúdo lipídico, pelo conteúdo em ácidos graxos essenciais.

### 3.2 Perfil de ácidos graxos e de aminoácidos da farinha de bijupirá

O teor de ácidos graxos insaturados (AGI, próximo a 65%) encontrado na farinha de bijupirá foi superior ao de ácidos graxos saturados (AGS, em torno de 35%), conforme apresenta a Tabela 4. Os AGI mais representativos foram o oleico (C18:1n-9) e o linoleico (C18:2n-6) que apresentaram concentrações de 25,12 e 12,30%, respectivamente, enquanto que dentre os AGS foram o ácido palmítico (C16:0) e o ácido esteárico (C18:0), com concentrações de 22,75 e 5,74%, respectivamente. Melo et al (2014) estudando a composição em ácidos graxos de bijupirás adultos selvagens, encontraram uma concentração de 38,3% para ácidos graxos monoinsaturados.

Ácido graxo	Nome	Concentração (%)
14:0	Mirístico	2,85 ± 0,32
15:0	Pentadecanóico	0,52 ± 0,02
16:0	Palmítico	22,75 ± 0,80
16:1n9	7-hexadecanóico	0,47 ± 0,02

16:1n7	Palmitoleico	7,57 ± 0,29
17:0	Margárico	0,55 ± 0,00
18:0	Esteárico	5,74 ± 0,05
18:1n9	Oleico	25,12 ± 0,17
18:1n7	Vacênico	3,37 ± 0,12
18:2n6	Linoleico	12,30 ± 0,11
18:2n4	Octadecadienóico	0,15 ± 0,00
18:3n6	γ-linolênico	0,19 ± 0,00
18:3n3	α-linolênico	1,26 ± 0,10
18:4n3	Octadecatetraenóico	0,46 ± 0,02
20:0	Araquídico	0,32 ± 0,02
20:1n9	Gadoléico	1,25 ± 0,05
20:2n6	Eicosadienóico	0,39 ± 0,02
20:3n6	Dihomo-γ-linolênico	0,20 ± 0,01
20:4n6	Araquidônico	1,64 ± 0,06
20:4n3	Eicosatetraenóico	0,31 ± 0,01
20:5n3	Eicosapentaenóico (EPA)	3,28 ± 0,17
22:0	Behênico	0,17 ± 0,00
22:4n6	Docosatetraenóico	0,38 ± 0,03
22:5n3	Docosapentaenóico	1,52 ± 0,10
22:6n3	Docosahexanóico (DHA)	4,53 ± 0,25
24:0	Lignocérico	2,27 ± 0,13
24:1n9	Nervônico	0,46 ± 0,03
Total ácidos graxos saturados		35,17 ± 0,94
Total ácidos graxos monoinsaturados		38,23 ± 0,07
Total ácidos graxos polinsaturados		26,60 ± 0,88

Tabela 4. Composição em ácidos graxos da farinha de bijupirá.

Melo et al (2014) estudando a composição em ácidos graxos de bijupirás adultos selvagens, encontraram uma concentração de 38,3% para ácidos graxos monoinsaturados; mesmo valor encontrado neste trabalho, considerando o desvio padrão das suas médias.

O teor de ácido linoléico encontrado pode estar relacionado ao seu fornecimento via dieta, pois os peixes não sintetizam este ácido graxo. O mesmo ocorre para os ácidos graxos poliinsaturados da série n-3, principalmente o docosahexaenóico (DHA, C22:6n-3), e o eicosapentaenóico (EPA, C20:5n-3) (BELL e SARGENT, 2003; MELO, 2015).

Os AGI são considerados lipídios essenciais, possuem importância vital no correto desenvolvimento e funcionamento do organismo e devem estar presentes na alimentação

(MELO et al. 2014).

Dentre os ácidos graxos, os poliinsaturados da família  $\omega$ -3, especialmente o  $\alpha$ -linolênico (C18:3n3), EPA (C20:5n3) e DHA (C22:6n3), tem demonstrado através de pesquisas que, em humanos, o aumento na ingestão destes reduzem os níveis de triacilgliceróis no sangue e diminuem a incidência de doenças coronarianas (STANSBY; OLCOTT, 1963; MARTINO; TAKAHASHI, 2001; SHIAU, 2007). Estes três AGPI, somados, representam quase 10% dos ácidos graxos da farinha de bijupirá (Tabela 9).

Lipídios contêm uma grande variedade de ácidos graxos, diferindo na cadeia lateral, no grau de insaturações, na posição e configuração das duplas ligações, na presença de grupos funcionais especiais e nos isômeros de posição (MELO et al., 2014).

Tipicamente, lipídios de pescados contêm ácidos graxos com cadeia lateral que variam de 14 a 22 carbonos e com 0-6 metilenos interrompidos por duplas ligações.

Peixes de água doce possuem teores de ácidos graxos polinsaturados relativamente mais baixos que peixes marinhos, a diferença é atribuída aos peixes de água doce porque estes se alimentam de produtos de origem vegetal e os peixes marinhos se alimentam de zooplâncton, ricos em ácidos graxos polinsaturados (OSMAN, 2001; MELO et al., 2014).

A farinha de bijupirá apresentou um alto teor de lipídeos em sua constituição, os ácidos graxos constituintes são predominantemente insaturados, de grande importância nutricional para a alimentação humana.

A Tabela 5 apresenta a composição em aminoácidos da farinha de bijupirá e os requerimentos dos principais aminoácidos recomendados pela FAO/WHO para crianças e adultos.

Aminoácido	Farinha de bijupirá	FAO/WHO Crianças (10-12 anos)	FAO/WHO Adultos
Alanina	55,1		
Arginina	61,0		
Ácido Aspártico	103,0		
Ácido glutâmico	143,3		
Glicina	52,8		
Isoleucina	38,5	28,0	13,0
Leucina	64,6	44,0	19,0
Lisina	76,5	44,0	16,0
Cistina	19,6	22,0	17,0
Metionina	27,2	22,0	17,0
Fenilalanina	27,7	22,0	19,0
Tirosina	30,0	22,0	19,0
Treonina	33,8	28,0	9,0
Valina	37,4	25,0	13,0

Histidina	15,9	19,0	16,0
Prolina	38,7		
Serina	34,9		

Tabela 5. Perfil aminoacídico das proteínas (mg/g amostra) da farinha de bijupirá e os padrões de necessidade dos principais aminoácidos recomendados pela FAO/WHO.

FAO/WHO (1991) – Requerimento padrão de aminoácidos para crianças e adultos.

Os aminoácidos ácido glutâmico e ácido aspártico foram os aminoácidos encontrados em maior concentração, que somados totalizam quase 25% do total (Tabela 5). Dentre os aminoácidos essenciais, a lisina, que é limitante em fontes de origem vegetal, correspondeu a 7,65% de todos os aminoácidos, seguida pela leucina, com 6,46%. Conforme Oetterer (2002), a carne de pescado apresenta todos os aminoácidos essenciais.

Os aminoácidos que apresentaram concentrações inferiores às recomendadas pela FAO/WHO para crianças foram cistina e histidina. Contudo, para os indivíduos adultos, a concentração de aminoácidos na farinha de bijupirá supre as recomendações para todos os aminoácidos. Pelos resultados obtidos, e pela melhora na qualidade nutricional, justifica-se a adição de farinha de bijupirá em pães.

As proteínas musculares do pescado possuem elevado valor biológico, com uma composição rica em aminoácidos essenciais (OETTERER, 2002; NEVES; MIRA; MARQUEZ, 2004). Melo (2015) obteve o perfil aminoacídico de músculo de bijupirá de diferentes idades, tendo classificado em 4 classes de pesos diferentes (T1  $\leq$  1kg; T2 = entre 1 e 2kg; T3 = entre 2 e 3kg; T4  $\geq$  3kg), constatou que a concentração de aminoácidos, tanto dos essenciais quanto dos não essenciais, diminuiu com o aumento do peso dos espécimes. Em todas as classes, e para todos os aminoácidos, os valores encontrados pelo autor foram menores que os valores obtidos nesse estudo.

Brasileiro (2013) obteve aminogramas de farinha liofilizada e de concentrado proteico, ambos produzidos com resíduos de camarão (*Litopenaeus vannamei*). Para a farinha liofilizada, seis (6) aminoácidos apresentaram concentração superior ao encontrado neste trabalho, com destaque para o fenilalanina, cuja concentração foi de 133,33mg/g de amostra, seguidos por metionina (38,04mg/g) e tirosina (40,02mg/g). Para o concentrado proteico obtido pelo autor, apenas três (3) aminoácidos tiveram suas concentrações superiores ao deste estudo, fenilalanina, tirosina e metionina (90,30; 35,87 e 34,18mg/g de amostra, respectivamente). A alta concentração dos aminoácidos glicina, alanina e ácido glutâmico, possivelmente ligados a palatabilidade, fazem com que a carne do bijupirá seja bastante apreciada pelo mercado, inclusive na forma de sashimi (LIAO; LEANO, 2005).

### 3.3 Perfil microbiológico das farinhas

Na legislação brasileira sobre padrões microbiológicos para alimentos (RDC 12/2001) no item 10, que trata de Farinhas, Massas Alimentícias, Produtos para e de Panificação,

(industrializados e embalados) e similares, são listados apenas três microrganismos: *Bacillus cereus*, coliformes a 45°C e *Salmonella* sp, tendo como limite os valores de:  $3 \times 10^3$ ,  $10^2$ , e ausência em 25g, respectivamente. A Tabela 6 apresenta os resultados da avaliação microbiológica das farinhas.

<b>Microrganismo</b>	<b>FT (UFC/g)</b>	<b>FB (UFC/g)</b>
Mesófilos aeróbios	$4,0 \times 10^4$	$4,6 \times 10^3$
Esporos aeróbios	$4,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^3$
Enterobactérias	$2,9 \times 10^3$	<10
Coliformes termotolerantes	$2,0 \times 10^2$	<10
<i>E. coli</i>	<10	<10
<i>S. aureus</i>	<10	10
<i>B. cereus</i>	<100	<100
Leveduras e bolores	<100	$9,0 \times 10^2$
<i>Salmonella</i>	Ausente em 25g	Ausente em 25g

Tabela 6. Caracterização microbiológica das farinhas de trigo (FT) e de bijupirá (FB).

Monteiro (2013), em sua tese sobre aproveitamento de resíduos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) para elaboração de novos produtos com valor agregado, escreve: “Em relação à legislação nacional, não há limites previstos para contagem em placas de bactérias aeróbias mesófilas e psicotróficas em pescado. Em contrapartida, a legislação internacional estabelece 7,0 Log UFC/g como o limite máximo para tais microrganismos (ICMSF, 1986)”. Monteiro et al. (2012) encontraram valores para mesófilos aeróbios de 3,5 e 3,4 log UFC/g para as farinhas obtidas da cabeça e da carcaça de tilápias, respectivamente.

A concentração de bolores e leveduras foi nove (9) vezes maior na farinha de bijupirá com relação à farinha de trigo. A análise de bolores e leveduras é mais comumente em alimentos ácidos (pH < a 4,5), com baixa atividade de água como produtos parcialmente desidratados (farinhas), e elevado teor de lipídios, características essas que consistem um meio propício para o desenvolvimento de fungos (BEUCHAT; COUSIN, 2001; FRANCO; LANDGRAF, 2008). A Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 1978) estabelece como limite máximo em farinhas e sopa desidratada 3 Log UFC/g para bolores e leveduras.

Simões et al (1998), estudaram hambúrgueres formulados com base proteica de pescado encontraram o valor de  $14,3 \times 10^3$  e  $16,6 \times 10^3$  UFC/g para contagem total de microrganismos na polpa lavada e em músculo de pescada olhuda (*Cynoscion striatus*); 49 e 2 UFC/g para coliformes totais em músculo e na polpa lavada obtida desse pescado.

Benites (2003), estudou a elaboração de farinhas obtidas a partir dos resíduos do

pescado Castanha (*Umbrina canosa*) verificou a contaminação por bolores e leveduras em concentração de 80 UFC/g, ausência de estafilococos coagulase positivo e 6NMP/g de coliformes a 45°C.

Brasileiro (2013) produziu e avaliou microbiologicamente um concentrado proteico e uma farinha liofilizada, ambos obtidos de resíduos de camarão (*Litopenaeus vannamei*), obtendo valores para coliformes totais e termotolerantes menores que 3,0 NMP/g, para ambos os produtos, e para bolores e leveduras uma contagem de  $4 \times 10^{-1}$  UFC/g para o concentrado proteico e de  $2 \times 10^{-1}$  UFC/g para a farinha liofilizada, além de ausência para estafilococos coagulase positiva e *Salmonella*.

De uma forma geral, a farinha de bijupirá apresentou uma melhor qualidade microbiológica do que a farinha de trigo para os microrganismos avaliados, sugerindo que a obtenção da farinha de bijupirá, realizada em laboratório, foi adequada do ponto de vista higiênico-sanitário.

## 4 | CONCLUSÕES

Foi possível obter uma farinha a partir de músculo de bijupirá, de coloração clara, utilizando apenas água como solvente. A farinha de bijupirá apresentou alto teor de proteína e adequada qualidade microbiológica, sendo considerada apta para consumo. Apesar do alto teor lipídico presente na farinha de bijupirá, o perfil de ácidos graxos demonstrou que dois terços (2/3) do total de lipídios são constituídos por ácidos graxos insaturados. Em relação aos aminoácidos, com exceção da Cistina e Histidina, todos os demais são supridos pela farinha de bijupirá, o que se considera positivo, do ponto de vista nutricional.

## REFERÊNCIAS

AOAC. Association Of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 17th, CD-ROM, Wilian Horwitz, 2000.

ARNOLD, C. R.; KAISER, J. B.; HOLT, G. J. **Spawning of cobia (*Rachycentron canadum*) in captivity**. Journal of the World Aquaculture Society 33 (2): 205-208, 2002.

BELL, J. G.; SARGENT, J. R. **Arachidonic acid in aquaculture feeds: current status and future opportunities**. Aquaculture, Amsterdam, v. 218, n. 1/4, p. 491-499, 2003.

BENETTI, D. D.; et al. **Advances in hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus)**. Aquaculture Research, 39: 701-711, 2008.

BENITES, C. I. **Farinha de silagem de resíduo de pescado: elaboração, complementação com farelo de arroz e avaliação biológica em diferentes espécies**. 2003, 168p. Dissertação de mestrado. FURG, Rio Grande.

BEUCHAT, L. R.; COUSIN, M. A. Yeasts and molds. In: Downes, F. P.; Ito, K. (eds.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 ed. Washington: APHA, p. 209-215, 2001.

BONACINA, M; QUEIROZ, M. I. **Elaboração de empanado a partir da corvina (*Micropogonias furnieri*)**. Ciência Tecnologia Alimentos, Campinas, 27(3): 544-552, jul.-set, 2007.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001: **Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução, Resolução-RDC Nº 344, de 13 de dezembro de 2002: **Aprovar o Regulamento Técnico para a Fortificação das Farinhas de Trigo e das Farinhas de Milho com Ferro e Ácido Fólico**.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução, Resolução-RDC Nº 263, de 22 de setembro de 2005. **Aprovar o Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**.

BRASILEIRO, O. L. **Avaliação funcional e nutricional de um concentrado proteico e da farinha liofilizada obtidos de resíduos de camarão (*Litopenaeus vannamei*)**, 2013, 87f. Dissertação de mestrado, UFPB.

CENTENARO, G. S; et al. **Enriquecimento de pão com proteínas de pescado**. Ciência e Tecnologia de Alimentos. vol.27, n.3, pp. 663-668, 2007.

FAO. Food Agriculture and Organization. Fishery Department, Fishery Information, **Data and Statistic Unit**, Rome, Italy, 2018.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Energy and protein requirements**. Geneva; 724p, 1991.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 182p, 2008.

GONÇALVES, L. S. **Estudo do enriquecimento de biscoito tipo cracker com proteínas de bijupirá (*Rachycentron canadum*)**. 2014, 78f. Dissertação de mestrado, FURG, Rio Grande.

LIAO, I; et al. **Cobia culture in Taiwan: current status and problems**. Aquaculture 237, 155–165, 2004.

MARTINO, R.; TAKAHASHI, N.S. **A importância da adição de lipídios em rações para a aqüicultura**. Óleos e Grãos, v.58, p.32-37, 2001.

MELO, F. V. S. T; et al. **Composição centesimal e perfil de ácidos graxos em bijupirás (*Rachycentron canadum*) adultos selvagens**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p.993, 2014.

MELO, F. V. S. T. **Insensibilização do bijupirá (*Rachycentron canadum*) com eletronarcose: efeitos sobre a qualidade da carne**. 2015, 133p. Tese. USP, Pirassununga.

MILLER, A; ENGEL, K. H. **Content of  $\gamma$ -oryzanol and composition of steryl ferulates in brown rice (*Oryza sativa* L.) of European origin**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54, 8127–8133, 2006.

MONTEIRO, M. L. G. **Aproveitamento de resíduos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) para elaboração de novos produtos com valor agregado**. 2013, 177f. Tese. UFF.

MONTEIRO, M.L.G., et al. **Preparation of Added Value Byproducts from the Waste Material of Tilapia (*Oreochromis niloticus*)**. Processing. Journal of Aquaculture Research and Development, 3(5), 1-5, 2012.

- MOSCATTO, J. A.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S. H.; HAULY, M. C. O. **Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 24(4): 634-640, out.-dez, 2004.
- NEVES, R. A. M.; MIRA, N. V. M.; MARQUEZ, U. M. L. **Caracterização de hidrolisados enzimáticos de pescado.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.24, n.1, p.101-108, 2004.
- OETTERER, M.; REGINATO-D'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H. F. Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos. **Proteínas do Pescado – Processamentos com Intervenção na Fração Proteica.** Ed.Manole, Barueri/SP, 2006.
- OSMAN, H. **Fatty acid composition and cholesterol content of selected marine fish in Malaysian waters.** Food Chemistry, v.73, p.55-60, 2001.
- PEREGRINO JR, R. B. **Formação e manejo de um plantel de reprodutores do beijupirá (*Rachycentron canadum*) em Pernambuco.** 2009, 56p. Dissertação de mestrado. UFRPE, Recife.
- PEREIRA, A. J. **Desenvolvimento de Tecnologia para Produção e Utilização da Polpa de Carne de Carpa Prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) na elaboração de Produtos Reestruturados: “Fishburger” e “Nuggets”,** 2003, Dissertação de mestrado. Curitiba, UFPR.
- REBOUÇAS, M. C.; et al. **Desenvolvimento e aceitação sensorial de cookies de coco adicionados de concentrado proteico de pescado.** Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v.30, n.1, p.11-18, 2012.
- ROSA, C. A.; FERRANDIN, D. C.; SOUSA, M. M. **Development of the Nuggets and Fillet of Tilapia with Pulp Add Flaxseed (*Linum Usitatissimum L.*).** 2012, 75f. Trabalho de Conclusão de Curso, UFTPR.
- SHAFFER, R.V.; NAKAMURA, E. L. **Synopsis of biological data on the cobia *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae).** NOAA Tech. Rep. NMFS 82, FAO Fisheries Synopsis 153, 1989.
- SHIAU, S. Y. **Effects of dietary blend of fish oil with corn oil on growth and non-specific immune responses of grouper, *Epinephelus malabaricus*.** Aquaculture Nutrition, 13: 137–144, 2007.
- SIMÕES, H. G.; et al. **Determinação do limiar anaeróbico por meio de dosagens glicêmicas e lactacidêmicas em teste de pista para corredores.** Revista Paulista de Educação Física, v.12, n.1, p.17-30, 1998.
- SIMÕES, M. R.; et al. **Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*).** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 27(3): 608-613, jul.-set, 2007.
- STANSBY, M. E.; OLCOTT, H. S. **Composition of fish.** In: Industrial Fishery Technologic. New York, Reinhold Publishing Corporation, 393p, 1963.
- STATISTICA, **Statsoft, Inc.** (data analysis software system), version 7, 2004.
- VEIT, J.C.; et al. **Desenvolvimento e caracterização de bolos de chocolate e de cenoura com filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).** Alimentos e Nutrição, Araraquara. v.23, n.3, p.427-433, 2012.
- WEBB, A. E.; et al. **Laminin alpha5 is essential for the formation of the zebrafish fins.** Dev. Biol. 311(2): 369-382, 2007.

# CAPÍTULO 13

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

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 06/05/2020

### Daniela de Araujo Sampaio

Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Campus de Ariquemes, Departamento de Engenharia de Alimentos (DENGEA), Ariquemes – Rondônia  
<http://lattes.cnpq.br/3077711659805726>

### Geovanna Lemos Lima

Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Campus de Ariquemes, Departamento de Engenharia de Alimentos (DENGEA), Ariquemes – Rondônia  
<http://lattes.cnpq.br/5899754663262299>

### Gisele Teixeira de Souza Sora

Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Campus de Ariquemes, Departamento de Engenharia de Alimentos (DENGEA), Ariquemes – Rondônia  
<http://lattes.cnpq.br/0224689790825680>

### Daniely Aparecida Roas Ribeiro

Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Campus de Ariquemes, Departamento de Engenharia de Alimentos (DENGEA), Ariquemes – Rondônia  
<http://lattes.cnpq.br/6915632654734137>

**RESUMO:** Neste trabalho foi elaborada um concentrado proteico de resíduos (aparas) do beneficiamento de tambaqui (CPT), obteve-se sua composição centesimal experimentalmente e propriedades termofísicas experimentalmente.

Os valores experimentais de propriedades termofísicas foram comparados com valores numéricos obtidos aplicando modelos matemáticos disponíveis na literatura. O rendimento do processo de produção do CPT foi igual a 25,06%. Constatou-se o elevado conteúdo proteico do CPT (88,55%) e elevado teor de cinzas (3,03%). Para os valores de propriedades termofísicas encontrou-se:  $1212,582 \pm 24,481$  kg/m<sup>3</sup> para densidade aparente;  $2,1214 \pm 0,1608$  kJ/kg°C para calor específico;  $3,9355 \times 10^{-7}$  m<sup>2</sup>/s para difusividade térmica e  $1,0124$  W/m°C, para condutividade térmica (obtida pela relação entre as três propriedades anteriores). Dos modelos estudados neste trabalho, os de Choi e Okos (1986) foram os que melhor se adequaram aos dados experimentais de densidade aparente e calor específico.

**PALAVRAS-CHAVE:** concentrado proteico; tambaqui; propriedade termofísicas.

### THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF PROTEIN CONCENTRATE FROM TAMBAQUI'S (*COLOSSOMA MACROPOMUM*) WASTE

**ABSTRACT:** In this work a protein concentrate from *tambaqui* processing waste was elaborated. The centesimal composition of the concentrate and its thermophysical properties were experimentally obtained. The experimental values of thermophysical properties were compared with numerical values obtained from mathematical models available in the literature. The concentrate production process yield was 25,06%. It was found the high protein content of the concentrate (88.55%) and high ash content

(3.03%). The thermophysical properties values found were:  $1212,582 \pm 24,481 \text{ kg/m}^3$  for apparent density;  $2,1214 \pm 0,1608 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$  for specific heat;  $3,9355 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$  for thermal diffusivity and  $1,0124 \text{ W/m}^\circ\text{C}$  for thermal conductivity (obtained for mathematical relation between previous properties). Among the models studied in this work, Choi and Okos (1986) best fit the experimental data of apparent density and specific heat.

**KEYWORDS:** protein concentrate; *tambaqui*, thermophysical properties.

## 1 | INTRODUÇÃO

Com o constante crescimento da população mundial, a busca por alternativas para evitar desperdícios e melhor aproveitar os alimentos torna-se um assunto proeminente. Neste sentido, levando em consideração uma visão industrial, pode-se afirmar que, transformar subprodutos e/ou resíduos provenientes da industrialização e/ou beneficiamento de alimentos em co-produtos com valor agregado, é uma base para o desenvolvimento sustentável do mundo moderno (XAVIER, 2009).

Dentre as indústrias de alimentos, a indústria de beneficiamento de produtos cárneos é responsável por gerar grande quantidade de resíduos. É importante que este setor disponha de alternativas para o gerenciamento dos resíduos gerados também como um fator diferencial para as empresas no que diz respeito ao crescimento sustentável e a responsabilidade sócio-ambiental (FELTES et al., 2009; BERTOLDI, 2003; PESSATTI, 2001).

Em relação exclusivamente à indústria de pescados, pode-se afirmar que grande parte dos peixes produzidos é beneficiada para o consumo humano, de forma que há geração de resíduos. O volume de resíduos da indústria de beneficiamento de peixes chega a representar cerca de 2/3 do volume de matéria prima (BOSCOLO et al., 2007). Uma alternativa para a redução de resíduos da indústria de beneficiamento de pescados é a elaboração de produtos alimentícios a partir de tais resíduos, são eles: concentrados proteicos de pescados (CPP); farinhas de origem animal; hidrolisado proteico de pescado (HPP); carne mecanicamente separada (CMS); gelatina de pescados, surimi, entre outros.

Concentrados proteicos de pescados (CPP) vêm sendo estudados em bases científicas nos últimos 30 anos, de forma que vários métodos vêm sendo aplicados para obtenção dos concentrados. estes produtos podem conter entre 75 e 95% de proteínas, assim, sua implementação na alimentação humana pode possibilitar a obtenção de produtos alimentícios inovadores, com um baixo custo de matéria-prima, saudáveis e com alto valor nutritivo (CAMILO et al., 2015; BRODY 1965).

Windsor (1984) distingue o concentrado proteico de pescado (CPP) em três tipos sendo eles: (1) Tipo A, caracterizado como pó insípido, que apresenta teor máximo de 0,75% de lipídeos; (2) Tipo B, caracterizado como pó que não tem limites específicos sobre odor ou sabor de peixe, com conteúdo lipídico máximo de 3% e (3) Tipo C, considerado uma farinha de peixe, produzida sob condições higiênico-sanitárias satisfatórias.

Levando em consideração o acima exposto, percebe-se que o aproveitamento de resíduos do beneficiamento de tambaqui, através da elaboração de concentrado proteico, é uma alternativa viável e que deve ser avaliada. Para a industrialização deste concentrado, faz-se importante conhecer suas propriedades termofísicas, requeridas no cálculo de tempo de processo e dimensionamento de equipamentos de processo e de armazenagem. Uma vez que não foram encontrados na literatura, dados acerca das propriedades termofísicas de concentrado proteico de tambaqui (CPT), neste trabalho, além do CPT, foram aplicados modelos matemáticos, disponíveis na literatura, para predição destas propriedades.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Obtenção do Concentrado Proteico De Tambaqui (CPT)

As aparas do filé (espinhos em y) de tambaqui (*Colossoma macropomum*) foram obtidas de uma peixaria localizada no município Ariquemes, no estado de Rondônia. As mesmas foram embaladas, armazenadas em caixa térmica, com gelo em escama na proporção 1:1 (peixe:gelo) para então serem transportadas ao Laboratório de Engenharia de Alimentos da Fundação Universidade Federal de Rondônia (*Campus* de Ariquemes), onde foram lavadas com água clorada (5 ppm) para retirada de vestígios indesejados, pesadas, embaladas em sacos de polietileno, etiquetadas e congeladas.

Para obtenção do CPT, realizou-se a moagem das aparas juntamente com os ossos em moedor elétrico para carnes. Após a moagem, o material obtido foi levado a banho-maria em recipiente de aço inoxidável para redução do teor lipídico. Após o banho-maria, foi utilizado o método de prensagem em tecido para retirada de líquidos e gorduras em excesso. Em seguida a massa prensada foi disposta uniformemente em assadeira e então levada ao forno à temperatura de 160 °C, por três horas. A cada 30 minutos foi promovida uma agitação manual visando maior eficiência da secagem. A massa seca no forno foi processada em liquidificador, peneirada (Tyler, abertura 600 µm, 28 mesh), e levada ao forno por mais dez minutos. Após resfriamento o CPT foi embalado a vácuo em embalagem de polietileno até o momento das análises.

O rendimento do processo de obtenção do CPT, em porcentagem, foi calculado como sendo o quociente entre massa inicial e final de cada amostra multiplicado por 100.

### 2.2 Análises Físico-Químicas do CPT

Foram realizadas, no CPT, análises físico-químicas para a determinação do conteúdo de: umidade, cinzas, lipídeos e proteínas. As análises de umidade (secagem direta em estufa), cinzas (resíduos por incineração) e proteínas (Kjeldahl clássico) foram realizadas como descrito em Instituto Adolfo Lutz (2005). Já a análise do conteúdo lipídico foi realizada como descrito por Bligh e Dyer (1959), que consiste em uma extração a frio. O teor de carboidratos foi calculado pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens de

água, proteína, lipídeos totais e cinzas.

### 2.3 Obtenção Experimental Das Propriedades Termofísicas do CPT

Três propriedades termofísicas foram obtidas experimentalmente, a saber: densidade aparente ( $p$ ), calor específico ( $c_p$ ) e difusividade térmica ( $k$ ). Já a condutividade térmica ( $a$ ), foi determinada indiretamente através da relação com as outras três propriedades, dada pela Equação 1.

$$\alpha = \frac{k}{\rho c_p} \quad (1)$$

onde:  $a$  = difusividade térmica ( $m^2/s$ );  $k$  = condutividade térmica ( $W/m \cdot ^\circ C$ );  $p$  = densidade aparente da amostra ( $kg/m^3$ );  $c_p$  = calor específico do produto ( $kJ/kg \cdot ^\circ C$ ).

A densidade aparente do CPT foi determinada, em temperatura ambiente, pelo método de deslocamento de fluido em picnômetro, segundo norma nº 985.19 da AOAC. O calor específico por sua vez, foi obtido pelo método das misturas, de acordo com a metodologia descrita por Sasseron (1984), utilizando um calorímetro. Por fim, a difusividade térmica foi determinada utilizando-se um aparato similar ao descrito por Dickerson (1965), que consiste em um cilindro metálico vedado com uma rolha de cortiça em uma das extremidades e na outra utilizou-se de luva de policloreto de vinila com plug roscável para vedação e dois termopares (um acoplado à superfície externa e outro inserido internamente, no centro da secção cilíndrica). O experimento foi conduzido até que a temperatura do produto (interior do cilindro) fosse maior que  $70 \text{ }^\circ C$ .

### 2.4 Predição Das Propriedades Termofísicas do CPT por Modelos Matemáticos

As propriedades termofísicas de produtos alimentícios podem variar de acordo com a variedade cultivar, clima, solo, características físicas, químicas e biológicas. O conhecimento de tais propriedades é de grande importância para industrialização do alimento visto que são necessárias para cálculos de dimensionamento de equipamentos e tempo de processo. Uma alternativa para a medição experimental das propriedades termofísicas de alimentos, que podem ser dispendiosas em questão de tempo, é a utilização de modelos matemáticos para prever tais propriedades. Neste trabalho, as propriedades termofísicas foram medidas experimentalmente, como visto anteriormente e também inferidas por modelos matemáticos conhecidos, citados na literatura. A comparação entre os resultados experimentais e obtidos pelos modelos foi feita baseada no erro relativo entre o resultado experimental e o predito, de acordo com a Equação 2.

$$E_{rel} = \frac{|x_o - x|}{x_o} \quad (2)$$

onde:  $E_{rel}$  = erro relativo;  $x_o$  = resultado experimental e  $x$  = resultado predito pelo modelo matemático

Na Tabela 1 estão apresentados os modelos matemáticos utilizados neste trabalho. Na Tabela 2 estão apresentadas as equações para o cálculo da propriedade termofísica de cada componente, de acordo com Choi e Okos (1986). Neste modelo, o conteúdo de fibras não foi considerado visto que não trabalhou-se com matéria prima de origem vegetal.

Propriedade	Choi e Okos (1986)	Outros autores
Calor específico ( $c_p$ )	$c_p = \sum c_i x_i$	Heldman e Singh (1981): $c_p = 1,424x_c + 1,549x_p + 1,675x_f + 0,837x_a + 4,187x_w$ Charm (1978): $C_p = 2,094x_f + 1,256x_s + 4,187x_w$
Densidade aparente ( $\rho$ )	$\rho = \frac{1}{\sum \left(\frac{x_i}{p_i}\right)}$	—
Condutividade térmica ( $k$ )	$k = \sum k_i x_i$	Sweat (1986): $k = 0,25x_c + 1,555x_p + 0,16x_f + 0,135x_a + 0,58x_w$ Riedel (1949): $k = (326,58 + 1,0412T + 0,003377T^2) * (0,46 + 0,54x_w) * (1,73 * 10^{-3})$
Difusividade Térmica ( $\alpha$ )	$\alpha = \sum \alpha_i x_i$	Martens (1980): $\alpha = ((0,057363x_w) + (0,000288 * (T + 273))) * 10^{-6}$

Tabela 1 – Modelos matemáticos utilizados para predição de propriedades termofísicas

$x_c$  = fração de carboidratos,  $x_p$  = fração de proteínas,  $x_l$  = fração de lipídeos,  $x_a$  = fração de cinzas,  $x_w$  = fração de umidade,  $x_i$  = fração do componente  $i$ ,  $x_s$  = fração de matéria não lipídica  $p_i$  = densidade aparente do componente  $i$ ,  $k_i$  = condutividade do componente  $i$ ,  $\alpha_i$  = difusividade térmica do componente  $i$ . \*Tabela 2.

Propriedade	Componente	Equação
Calor específico ( $C_p$ )	Proteínas	$cp = 2,0082 + 1,2089x10^{-3}T - 1,3129x10^{-6}T^2$
	Carboidratos	$cp = 1,5488 + 1,9625x10^{-3}T - 5,9399x10^{-6}T^2$
	Lipídeos	$cp = 1,9842 + 1,4733x10^{-3}T - 4,8008x10^{-6}T^2$
	Cinzas	$cp = 1,0926 + 1,8896x10^{-3}T - 3,6817x10^{-6}T^2$
	Umidade	$cp = 4,1762 - 9,0864x10^{-5}T + 5,4731x10^{-6}T^2$
Densidade aparente ( $\rho$ )	Proteínas	$\rho = 1,3299x10^3 - 5,184x10^{-1}T$
	Carboidratos	$\rho = 1,59919x10^3 - 3,1046x10^{-1}T$
	Lipídeos	$\rho = 9,2559x10^2 - 4,1757x10^{-1}T$
	Cinzas	$\rho = 2,4238x10^3 - 2,8063x10^{-1}T$
Condutividade térmica ( $k$ )	Proteínas	$k = 1,8730x10^{-1} + 7,8776x10^{-4}T$
	Carboidratos	$k = 1,9306x10^{-1} + 8,4997x10^{-4}T$
	Lipídeos	$k = 1,8022x10^{-1} + 1,614x10^{-4}T$
	Cinzas	$k = 1,2863x10^{-1} + 3,9130x10^{-4}T$
	Umidade	$k = 5,9055x10^{-1} + 9,8601x10^{-4}T$
Difusividade Térmica ( $\alpha$ )	Proteínas	$\alpha = 6,8714x10^{-8} + 4,7578x10^{-10}T - 1,4646x10^{-12}T^2$
	Carboidratos	$\alpha = 8,0842x10^{-8} + 5,3052x10^{-10}T - 2,3218x10^{-12}T^2$
	Lipídeos	$\alpha = 9,8777x10^{-8} - 1,2569x10^{-10}T - 3,8286x10^{-14}T^2$
	Cinzas	$\alpha = 1,2461x10^{-7} + 3,7321x10^{-10}T - 1,2244x10^{-12}T^2$
Umidade	$\alpha = 1,3168x10^{-7} + 6,2477x10^{-10}T - 2,4022x10^{-12}T^2$	

**Tabela 2** – Equações para o cálculo da propriedade termofísica de cada componente

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Rendimento e Composição Centesimal

O rendimento do processo de elaboração do CPT foi de 25,06%. Tal valor pode estar relacionado ao elevado teor de umidade da matéria prima, *entre* 60,00% - 85,00% (AGUIAR, 1996) e o reduzido teor de umidade encontrado no produto final (1,66%), indicando a grande perda de umidade (desejável) durante o processamento.

Na Figura 1 estão apresentados os resultados obtidos nas análises físico químicas (composição centesimal) do CPT elaborado neste trabalho.

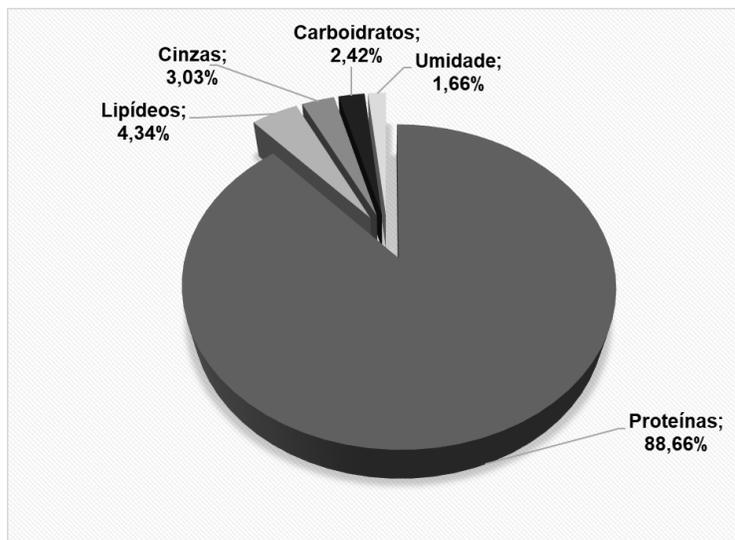


Figura 1 – Composição centesimal do CPT. Os desvios padrões calculados para os valores de lipídeos, cinzas e umidade são, respectivamente:  $\pm 0,16\%$ ;  $\pm 0,02\%$  e  $\pm 0,04\%$ .

Destaca-se entre outros, por seu valor proteico, resultante em 88,50%, apresentando-se como uma excelente fonte de proteína animal na alimentação humana. Valor semelhante encontrado por Moraes et al. (2009) que já encontraram teores de até 86% de proteína em biomassa em base seca de spirulina (proteína vegetal). Costa et al. (2008), avaliando a farinha de vísceras de frango encontrou um percentual de 60,74% e Stevanato et al. (2007) encontrou para a farinha de resíduo de tilápia (cabeça de tilápia) 38,40% de proteínas.

A proteína de pescado possui em sua constituição, todos os aminoácidos essenciais para a dieta humana, apresentando alto teor de lisina e alta digestibilidade, o que lhe confere valor biológico superior às de outras fontes animais, tais como, ovos, leite e carne bovina (BALDISSEROTTO e NETO, 2004).

Segundo Jesus (2015), entre os produtos de origem animal, o pescado é o alimento com maior perecibilidade, citando entre outros, fatores como, riqueza em lipídios poli-insaturados e a sua grande quantidade de água, como sendo responsáveis pela sua suscetibilidade ao processo de deterioração. Para Takahashi (2005) a farinha de peixe é considerada, mundialmente, como sendo a melhor fonte proteica de origem animal.

Resultados satisfatórios foram obtidos também para os constituintes, lipídeos 4,34 % e umidade 1,66%, os quais, apresentaram valores reduzidos, o que colabora na manutenção da farinha. Stevanato et al. (2007) encontraram teores de 35,50% de lipídeos e 6,00% umidade para a farinha de resíduo de tilápia. Costa et al. (2008) encontraram os valores 27,07% para lipídeos e 5,53% para umidade na Farinha de vísceras de frango.

O percentual reduzido de lipídios, assim como o baixo valor encontrado para a

umidade, favorece a redução dos riscos de oxidação lipídica e degradação do produto, aumentando assim a sua vida de prateleira.

O baixo teor de umidade provocado pelos processos de elaboração da farinha, refletem no aumento da concentração dos demais constituintes. Bem como está de acordo com o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA, 1997) que descreve que pescado desidratado não deve conter mais de 5,00% (cinco por cento) de umidade.

O valor encontrado para carboidratos foi de 2,42%. Para cinzas o teor apresentado foi de 3,03% ( $\pm 0,02\%$ ) valor inferior ao encontrado por Stevanato et al. (2007) para a farinha de cabeça de tilápia que foi de 19,40%. Inferior também ao encontrado por Jesus (2015) em sopa de carcaça de tambaqui 11,91%, porem próximo aos valores de cinzas encontrado pelo mesmo, para as carcaças de tambaqui in natura de 1,02%.

### 3.2 Avaliação Das Propriedades Termofísicas do CPT

Na Tabela 3 estão apresentados os valores, experimentais e inferidos pelos modelos matemáticos, para as propriedades termofísicas do concentrado proteico de tambaqui elaborado neste trabalho.

Propriedade	Experimental	Choi e Okos (1986)	Outros autores
Calor específico $\left(\frac{kJ}{kg\ ^\circ C}\right)$	2,1214 $\pm$ 0,1608	2,0197 $E_{rel} (\%) = 4,79$	Heldman e Singh (1981) 1,5737 $E_{rel} (\%) = 25,82$
			Charm (1978) 1,3619 $E_{rel} (\%) = 35,80$
Densidade aparente $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$	1212,582 $\pm$ 24,481	1308,4815 $E_{rel} (\%) = 7,91$	--
Condutividade térmica $\left(\frac{W}{m\ ^\circ C}\right)$	1,0124	0,2109 $E_{rel} (\%) = 79,17$	Sweat (1986): 1,4037 $E_{rel} (\%) = 38,66$
			Riedel (1949): 0,2878 $E_{rel} (\%) = 71,57$
Difusividade Térmica $\left(\frac{m^2}{s}\right)$	3,9355	8,3415 $\times 10^{-8}$ $E_{rel} (\%) = 78,80$	Martens (1980): 8,6776 $\times 10^{-8}$ $E_{rel} (\%) = 77,95$

Tabela 3 – Propriedades termofísicas do CPT preditas pelos modelos matemáticos disponíveis na literaturas

Analisando a Tabela 3 pode-se observar que, para densidade aparente, o valor encontrado experimentalmente e o predito pelo modelo de Choi e Okos (1986) apresentam a mesma ordem de grandeza com erro relativo igual a 7,90%.

Egea et al. (2015) encontraram um erro relativo de 1,00% e 12,60% quando compararam os resultados experimentais (obtidos pelo princípio de Arquimedes) e os resultados preditos pelo modelo de Choi e Okos (1986) para a densidade de palmito de pupunha *in natura* e palmito de pupunha processado, respectivamente.

Lima et al. (2003) mediram experimentalmente a densidade aparente de polpa de umbu (utilizando picnômetro) e também utilizaram vários modelos matemáticos encontrados na literatura (ALVARADO e ROMERO, 1989; CONSTENLA et al. 1989; RAMOS e IBARZ, 1998) para calcular tal propriedade. Ao compararam os resultados experimentais e os calculados pelos modelos encontraram erros entre 1,18% e 2,24%.

Para determinação do calor específico, primeiramente o conduziu-se o experimento para definir a capacidade calorífica do calorímetro utilizado. O experimento foi realizado em triplicata, e obteve como resultado uma capacidade calorífica de 0,145568 KJ/Kg°C.

Analisando a Tabela 3, pode-se observar que o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais de calor específico foi o modelo de Choi e Okos (1986) apresentando um erro relativo de 4,79%. O modelo de Charm (1978) relaciona o calor específico com o conteúdo de água e o conteúdo lipídico e/ou não lipídico. O conteúdo de lipídios do produto estudado nesta pesquisa é baixo (vide Figura 1), o que pode ter influenciado na divergência entre os valores encontrados experimentalmente e previsto pelo referido modelo. Avaliando o valor predito pelo modelo proposto por Heldman e Singh (1981), que leva em consideração a fração mássica de todos os componentes (carboidratos, proteínas, lipídeos, cinzas e água) pode-se observar que este converge melhor tanto para o resultado experimental, quanto para o resultado predito por Choi e Okos (1986).

Para a determinação experimental da difusividade térmica, fez-se necessário observar a evolução das temperaturas da superfície e do centro do cilindro, medidas durante o experimento. Tais dados foram plotados observando-se uma regressão linear na variação da temperatura no centro do produto com coeficiente de determinação ( $r^2$ ) igual a 0,9964 e coeficiente angular igual a 0,7634. Tal valor é importante já que deve ser utilizado nos cálculos para representar o valor geral da constante da taxa de aquecimento do banho termostático utilizado no experimento.

O valor da difusividade foi obtido para cada temperatura e então foi feita a média dos valores na faixa de temperatura estudada, encontrando-se o valor de  $3,9355 \frac{m^2}{s}$ . Quando comparados ao valor obtido experimentalmente, os valores preditos pelos modelos de Choi e Okos (1968) e Martens (1980) apresentam erros relativos de 78,80 e 77,95%, respectivamente. Como os valores são muito pequenos, qualquer variação representa um erro muito grande, de forma que os modelos não se ajustaram aos dados experimentais. É importante observar que entre os modelos, os valores preditos foram muito próximos ainda que um modelo considere todos os componentes do alimento (Choi e Okos, 1986) e o outro apenas a quantidade de água (Martens, 1980). O mesmo aconteceu na pesquisa de Moura et al. (2003), que obtiveram erros de predição de até 86,64% para difusividade térmica. Os

mesmos autores concluíram que os modelos encontrados em literatura, para este caso, não consideram de maneira adequada o efeito de cada componente e da interação entre eles. Paiva e Razuk (2007) mediram experimentalmente a difusividade térmica do extrato de tomate e verificaram erros na ordem de 15,91% no valor previsto pelo modelo de Martens (1980), corroborando a conclusão de Moura et al. (2003) sobre os modelos matemáticos disponíveis na literatura para estimação da difusividade térmica.

Analisando a Tabela 2, pode-se observar que, para a propriedade condutividade térmica, o modelo que melhor se ajustou ao dado obtido pelos valores experimentais (menor erro relativo) foi o modelo de Sweat (1995), que leva em consideração todos os componentes do alimento. O modelo de Riedel (1949) foi ideado para prever a condutividade térmica de sucos de frutas, soluções de açúcar e leite e é função apenas do conteúdo de umidade de da temperatura média, o que também pode ignorar as interações entre os componentes. Vale ressaltar que o fato do valor para condutividade térmica, chamado de experimental na Tabela 2 foi, na verdade, inferido pela relação entre as demais propriedades termofísicas obtidas experimentalmente. Assim, as incertezas de medição das outras propriedades, bem como os altos erros relativos entre os dados experimentais e preditos pelos modelos matemáticos (no caso da difusividade térmica), são agregadas a este valor, o que pode ter contribuído para a diferença entre o valor inferido pela relação matemática e os preditos pelos modelos matemáticos da literatura.

## 4 | CONCLUSÃO

O concentrado proteico de tambaqui (CPT) obtido e estudado neste trabalho é uma alternativa viável para o aproveitamento de resíduos desta indústria pesqueira, no que se diz respeito à inserção, no mercado, de um produto com alto valor nutricional. Como qualquer novo produto, muitos estudos ainda são requeridos e este trabalho introduz o estudo das propriedades físico químicas (composição centesimal) e termofísicas.

A obtenção experimental das propriedades termofísicas do CPT, além de agregar dados na literatura científica (visto que não foram encontrados tais valores na literatura consultada), possibilita cálculos de dimensionamento de equipamentos para produção e armazenagem deste produto.

A obtenção experimental das propriedades termofísicas de alimentos pode ser dispendiosa e neste sentido, a obtenção destes valores através da sua predição por modelos matemáticos se apresenta como uma boa alternativa. Porém, neste trabalho foram encontradas diferenças entre os valores experimentais e os preditos. É importante destacar que tais diferenças podem ser conferida ao fato de que alguns modelos foram originalmente propostos para alimentos específicos, o que corrobora a importância de testes para buscar o melhor modelo para o produto em estudo.

Apesar de, neste trabalho, os modelos matemáticos propostos por Choi e Okos

(1986) terem se adequado bem aos dados experimentais de densidade aparente e calor específico (com erros relativos de 7,90 e 4,79%, respectivamente), o mesmo não ocorreu para a propriedade difusividade térmica, já que o valor desta é de ordem de grandeza muito pequena e qualquer variação é traduzida em erros relativos muito altos. Erros relativos maiores que 10% foram encontrados utilizando os demais modelos matemáticos.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, J. P. L. **Notas e Comunicações Tabela de composição de Alimentos da Amazônia**. ACTA Amazônica, v. 26, n. 1/2, p. 121 – 126, 1996.

ALVARADO, J. D.; ROMERO, C. H. Physical properties of fruits: I II. Density and viscosity of juices as functions of soluble solids content and temperature. **Latin American Applied Research**, v. 19, n. 15, p.15-21, 1989.

ALVARADO, J. D.; ROMERO, C. H. Physical properties of fruits: I II. Density and viscosity of juices as functions of soluble solids content and temperature. **Latin American Applied Research**, v. 19, n. 15, p.15-21, 1989.

AOAC International. Official methods of analysis. 16a Ed., 3ª rev. Gaitherburg: Published by AOAC International, 1997.

BALDISSEROTTO, B.; NETO, J. R. Criação de jundiá. Santa Maria: Ed. UFSM, 2004. 232p.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid. Extraction and purification. **Can J Biochem Physiol**, v. 37, p. 911-917, 1959.

BOSCOLO, W. R. et al. FEIDEN, A. **Industrialização de tilápias**. Toledo: GFM Gráfica & Editora, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA), 1997 - Seção II – Derivado do Pescado, Artigo 466.

BRODY, J. **Fish protein concentrate**. In: Fishery bya fluorescence probe method and its correby-products technology. Westport: AVI Pu- lation with surface properties of proteins. Bioblishing Co, Inc. 1965, p.209-226.

CAMILO A. G.; FONSECA G. G.; CAVENAGHI A. D.; AZAMBUJA P. H.; **Obtenção de concentrado protéico a partir de carne mecanicamente separada de pescado pintado**. UFGD 2015.

CHARM, S. E. **Fundamentals of Food Engineering**. 3a Ed. AVI Publishing Co. Inc.: Westport, CT, 1978.

CHOI, Y.; OKOS, M. R. Effects of Temperature and Composition on the Thermal Properties of Foods. In **Food Engineering and Process Applications**. London: Elsevier Applied Science Publishers v. 1 p. 93-101, 1986.

CONSTENLA, D. T.; LOZANO, J. E.; CRAPISTE, G. H. Thermophysical properties of clarified apple juice as a function of concentration and temperature. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 54, n. 3, p.663-668, 1989.

COSTA, D. P. S.; ROMANELLI, P. F.; TRABUCO, E. Aproveitamento de vísceras não comestíveis de aves para elaboração de farinha de carne. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 28, n. 3, p. 746-752, jul.-set., 2008.

DICKERSON, R.W. An apparatus for the measurement of thermal diffusivity of foods. **Food Technology**, v.19, n.5, p.198-204, 1965.

EGEA, M. B.; REIS, M. H. M.; DANESI, E. D. G. Aplicação de modelos matemáticos preditivos para o cálculo das propriedades termofísicas do palmito pupunha. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v.17, n.3, p.225-233, 2015

FELTES, M. C.; CORREIA, J. F.; BEIRÃO, L. H.; BLOCK, J. M.; NINOW, J.; SPILLER, V. **Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe**. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental, 14(6): 669-667, 2010.

HELDMAN, D. R.; SINGH, R. P. **Food Process Engineering**. 2a Ed. THE A VI PUBLISHING COMPANY, INC.: Connecticut, 1981.

JESUS, R. P. Produção de sopa instantânea com resíduos de tambaqui (*Colossoma macropomum*). Manaus, 2015. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Federal do Amazonas (UFAM), 2015.

LIMA, Í. J. E.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Propriedades Termofísicas da Polpa de Umbu. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, n.1, p.31-42, 2003.

MARTENS, T. **Mathematical model of heat processing in flat containers**. PhD. Thesis, Katholieke University of Leuven, Belgium, 1980.

MORAIS, M. G.; RADMANN, E. M.; ANDRADE, M. R.; TEIXEIRA, G. G.; BRUSCH, L. R. F.; COSTA, J. A. V. Pilot scale semi continuous production of Spirulina biomass in southern Brazil. *Aquaculture*, Oxford, v. 294, n. 1-2, p. 60-64, 2009.

MOURA, S. C. S. R.; FRANÇA, V. C. L.; LEAL, A. M. C. B. **PROPRIEDADES TERMOFÍSICAS DE SOLUÇÕES MODELO SIMILARES A SUCOS – PARTE I**. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 23, n.1 p. 62-68, 2003.

Paiva e Razuk (2007)

PESSATTI, M. L. **Aproveitamento dos sub-produtos do pescado**. Itajaí: MAPA/UNIVALI, 2001. 27 p

RAMOS, A. M.; IBARZ, A. Density of juice and fruit puree as a function of soluble solids content and temperature. **Journal of Food Engineering**, v. 35, n. 1, p. 57-63, 1998.

RIEDEL, L. Measurements of the thermal conductivity of sugar solution, fruits juices and milk. **Chem. Ing. Tech.** v. 21 p. 340-341, 1949.

SASSERON, J. L. **Avaliação de propriedades físicas e curvas de secagem, em camadas finas, de amêndoas de cacau** (*Theobroma cacao* L.). 1984. 61 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

STEVANATO, F. B.; PETENUCCI, M. E.; MATSUSHITA, M.; MESOMO, M. C.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. E. L.; ALMEIDA, V. V.; VISENTAINER, J. V. Avaliação química e sensorial da farinha de resíduo de tilápia na forma de sopa. *Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.27, n.3, p.567-571, 2007.

SWEAT, V. E. 1995. Thermal Properties of Foods. In: *Engineering Properties of Foods*, M.A. Rao and S.S.H. Rizvi, eds. New York: Marcel Dekker, pp. 99-138.

Takahashi (2005)

WINDSOR, M., BARLOW, S. *Introducción a los subproductos de pesquería*. Espanha: Ed Acribia, 1984.

XAVIER, Q. A. S. *Desenvolvimento e caracterização de embutido de piranha (Serrasalmus sp)*. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

# CAPÍTULO 14

## PROXIMATE COMPOSITION AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF DIETARY FIBER CONCENTRATES FROM GRAPE POMACE SKINS

Data de aceite: 01/07/2020

**Neidi Garcia Penna**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Tecnologia e Ciência dos  
Alimentos  
Santa Maria – Rio Grande do Sul

**Ana Betine Beutinger Bender**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Tecnologia e Ciência dos  
Alimentos  
Santa Maria – Rio Grande do Sul

**Bruno Bianchi Loureiro**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia  
Santa Maria – Rio Grande do Sul

**Caroline Sefrin Speroni**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Tecnologia e Ciência dos  
Alimentos  
Santa Maria – Rio Grande do Sul

**Paulo Roberto Salvador**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia  
Santa Maria – Rio Grande do Sul

**Fernanda Rodrigues Goulart Ferrigolo**

Universidade Federal do Pampa – Campus  
Uruguaiiana  
Uruguaiiana – Rio Grande do Sul

**Naglezi de Menezes Lovatto**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia  
Santa Maria – Rio Grande do Sul

**Leila Picolli da Silva**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia  
Santa Maria – Rio Grande do Sul

**ABSTRACT:** Red grape pomace skins, Cabernet Sauvignon, Marselan, Merlot, Pinotage, Pinot Noir, Shiraz and Tannat, and white grape pomace skins, Chardonnay and Riesling, were used to produce dietary fiber concentrates. The samples were evaluated for proximate composition (dry matter (DM), ash, protein, lipids, dietary fiber and carbohydrates) and functional properties (water holding (WHC), oil binding (OBC) and cation binding capacities (CBC)). The highest ash content was observed in the dietary fiber concentrates, ranging from 7.76 to 18.60 g 100 g<sup>-1</sup> DM. The concentration caused a reduction in the lipid content for all varieties and Shiraz presented the lowest value, 1.81 g 100 g<sup>-1</sup> DM. Overall, the red grape varieties showed higher ash, protein and lipid content than white grape varieties. Dietary fiber was the major constituent in all varieties of grape pomace skins. Tannat (67.95 g 100 g<sup>-1</sup> DM) and Riesling (52.21 g 100 g<sup>-1</sup> DM) showed the highest content between red and white varieties, respectively. The carbohydrates content was lower in the dietary fiber concentrates. WHC and OBC results were similar for both, grape pomace skins and dietary fiber concentrates. The values ranged from 1.95 to 2.48 g water g<sup>-1</sup> DM and from 1.25 to 2.24 g oil g<sup>-1</sup> DM, respectively. CBC was higher in dietary fiber concentrates and Cabernet Sauvignon

showed the highest value, 33.37 mg Cu g<sup>-1</sup> DM. This study demonstrated that as grape pomace skins as its dietary fiber concentrates are important sources of dietary fiber with functional properties and these ingredients could be added in food products.

**KEYWORDS:** insoluble dietary fiber, physicochemical properties, vinification by-product.

## COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E PROPRIEDADES FUNCIONAIS DE CONCENTRADOS DE FIBRA ALIMENTAR DE CASCAS DE BAGAÇO DE UVA

**RESUMO:** Cascas de bagaço de uva tinta, Cabernet Sauvignon, Marselan, Merlot, Pinotage, Pinot Noir, Shiraz e Tannat e cascas de bagaço de uva branca, Chardonnay e Riesling, foram utilizadas para produzir concentrados de fibra alimentar. As amostras foram avaliadas quanto à composição centesimal (matéria seca (MS), cinzas, proteína, lipídeos, fibra alimentar e carboidratos) e propriedades funcionais (capacidade de retenção de água (CRA), capacidade de ligação ao óleo (CLO) e capacidade de ligação a cátions (CLC)). O maior conteúdo de cinzas foi encontrado nos concentrados de fibra alimentar, variando de 7,76 a 18,60 g 100 g<sup>-1</sup> MS. A concentração ocasionou uma redução no conteúdo lipídico em todas as variedades avaliadas e Shiraz apresentou o menor valor, 1,81 g 100 g<sup>-1</sup> MS. De maneira geral, as variedades de uvas tintas apresentaram maiores teores de cinzas, proteína e lipídeos do que as variedades brancas. Fibra alimentar foi o principal constituinte das cascas de uva, em todas as variedades. Tannat (67,95 g 100 g<sup>-1</sup> MS) e Riesling (52,21 g 100 g<sup>-1</sup> MS) apresentaram os maiores teores entre as variedades tintas e brancas, respectivamente. O teor de carboidratos foi menor nos concentrados de fibra alimentar. Os resultados encontrados para CRA e CLO foram semelhantes para ambas as amostras, cascas de bagaço de uva e concentrados de fibra alimentar. Os valores variaram entre 1,95 e 2,48 g água g<sup>-1</sup> MS e 1,25 e 2,24 g óleo g<sup>-1</sup> MS, respectivamente. CLC foi maior nos concentrados de fibra alimentar e Cabernet Sauvignon apresentou o maior valor, 33,37 mg Cu g<sup>-1</sup> MS. O presente estudo demonstrou que as cascas do bagaço de uva e seus concentrados de fibra alimentar são uma importante fonte de fibra alimentar com propriedades funcionais e podem ser adicionados como ingredientes em produtos alimentícios.

**PALAVRAS-CHAVE:** fibra alimentar insolúvel, propriedades físico-químicas, subproduto da vinificação.

## 1 | INTRODUCTION

Brazil is the 5<sup>th</sup> producer of wine in the Southern Hemisphere (IBRAVIN, 2017) and Southern Brazil is the main winemaking region in the country. In 2017, Rio Grande do Sul state produced almost 50 million liters of wine (IBRAVIN, 2017). It was estimated that for each 100 liters of wine, 18 kg of pomace was produced (CAMPOS et al., 2008).

Grape pomace is composed of biodegradable organic matter and its inappropriate disposal creates serious environmental problems (MAKRIS et al., 2007). There is an increasing interest from both industrial and scientific research standpoints to characterize the bioactive compounds presents in the grape pomace, which could be used as functional ingredients in the food processing industry (GONZALÉZ-CENTENO et al., 2010).

As an important source of oil (FERNANDES et al., 2013) and phenolic compounds (ROCKENBACH et al., 2011), the winemaking by-product also contain high dietary fiber (DF) content (BRAVO; SAURA-CALIXTO, 1998; LLOBERA; CANELLAS, 2008), mainly insoluble dietary fiber (IDF), such as cellulose and hemicellulose, and low soluble dietary fiber (SDF) levels, such as pectin (KAMMERER et al., 2005). The intake of these substances has been related to important nutritional and health benefits (KENDALL et al., 2010).

Grape pomace contains 60-85% of total dietary fiber (TDF) and the skins are the most important fraction of this component (about 60%) (BRAVO; SAURA-CALIXTO, 1998; LLOBERA; CAÑELLAS, 2007; DENG et al., 2011).

Dietary fiber (DF), defined as “edible parts of plants or analogous carbohydrates that are resistant to digestion and absorption in the human small intestine with complete or partial fermentation in the large intestine” (AACC, 2001) is abundant in plant products such as fruits, vegetables, and grains (DENG et al., 2011). Generally, fruit DF has better nutritional value than DF derived from cereals, because they also contain significant amounts of bioactive compounds such as polyphenols and carotenoids (MILDNER-SZKUDLARZ et al., 2011).

Dietary fiber can also add functional properties to foods, e.g., increase water and oil holding capacities, emulsification and/or gel formation (ELLEUCH et al., 2011). Due to the large amount generated worldwide every year from the wine and grape juice industry, grape pomace has the potential to serve as an important source of insoluble fiber for functional food development (YU; AHMEDNA, 2013). The production of dietary fiber concentrates from wastes is one way to recovering this important fraction of vegetables (Nieto-Calvache et al., 2019).

The aim of the present study was to produce dietary fiber concentrates from grape pomace skins and to evaluate the proximate composition and functional properties of samples.

## 2 | MATERIAL AND METHODS

### Samples

Red and white winemaking by-products were collected from different wineries in Rio Grande do Sul state (Brazil): Cabernet Sauvignon, Marselan, Merlot, Pinotage, Pinot Noir, Shiraz and Tannat (red varieties), Chardonnay and Riesling (white varieties). The white varieties were collected the day of the harvest, after pressing the grapes. The red varieties were collected after maceration of the grapes for 2-3 weeks and pressing. Grape pomace (skins and seeds) was dehydrated in a forced-air-drying oven at 55°C for 24 h. Skins and seeds were separated with sieves. First, the dried pomace was sieved through a mesh (3 mm), to reduce the particle size. Thus, the particulate material was sieved through a mesh with 0.2 mm, for separating the skins from seeds – seeds were retained on the sieve). The

procedures were carried out manually. Finally, skins were milled and stored at -18°C for further analysis.

### **Dietary fiber concentration**

Dietary fiber concentrates from grape pomace skins were obtained after ethanol extraction, according Bender et al. (2017). The sample was immersed in boiling ethanol (final concentration 85%, v/v), at a ratio 2:1 (solvent: solute), under agitation, for 30 min. After precipitation (30 minutes), supernatant was discarded and precipitate was re-immersed in ethanol (final concentration 80%, v/v), twice. In each step, the supernatants were discarded and the remainder fibrous precipitate was dried in a forced-air-drying oven at 40°C for 24 h.

### **Proximate composition**

Moisture (105°C/12 h), ash (550°C/5 h), crude protein (Kjeldahl method – N x 6.25) and total dietary fiber, including soluble and insoluble dietary fiber were determined according to AOAC (1995) methods. Lipid content was determined according to Bligh and Dyer method (1959). Carbohydrate was calculated by difference (100 – (total dietary fiber + lipid + crude protein + ash content) (CHAU; HUANG, 2003). The results were expressed in g 100 g<sup>-1</sup> of dry matter (DM).

### **Functional properties**

Water holding capacity (WHC) and oil binding capacity (OBC) were determined according to Femenia et al. (1997). Sample was hydrated in distilled water (for WHC) or soy oil (for OBC). After equilibrium (24 h) and centrifugation (3000 rpm, 15 min), the supernatant was discarded. The results were expressed as the amount of water/oil retained by 1 g of sample (g water/oil g<sup>-1</sup> DM), respectively.

Cation binding capacity was estimated as copper-binding as described by McBurney et al. (1983). The results were expressed as the amount of copper held by 1 g sample (mg Cu g<sup>-1</sup> DM).

### **Statistical analysis**

Results were expressed as mean (n = 3). The effect of samples on the proximate composition and functional properties was compared using F test (P < 0.05). The effect of samples on the proximate composition and functional properties from each grape variety was compared by Tukey test (P < 0.05).

## **3 | RESULTS AND DISCUSSION**

The dietary fiber concentration proved to be effective for modified all components from proximate composition. There was significant interaction between grape varieties and samples (P < 0.05) (Table 1). For all grape varieties, dietary fiber concentrates showed lower lipid, total and insoluble dietary fiber content than its grape pomace skins.

Total dietary fiber (TDF) was the predominant component in all varieties of grape pomace skins. Grape variety Pinotage showed the highest content before dietary dietary concentration, 58.66 g 100 g<sup>-1</sup> DM. As expected, dietary fiber concentrates presented an increase in TDF, highlighting Tannat (67.95 g 100 g<sup>-1</sup> DM) in red grape varieties and Riesling (52.21 g 100 g<sup>-1</sup> DM) in white grape varieties. These contents are in agreement with Llobera and Cañellas (2008) (about 50-75 g 100 g<sup>-1</sup> DM). According Femenia et al. (1997) and Larrauri (1999) these ingredients could be considered as a rich source of dietary fiber.

The main constituent of dietary fiber was the insoluble fraction, ranging from 31.09 to 54.67 g 100 g<sup>-1</sup> DM in grape pomace skins and from 41.08 to 62.34 g 100 g<sup>-1</sup> DM in dietary fiber concentrates, for Chardonnay and Tannat, respectively. Deng et al. (2011) reported that the main constituents of insoluble dietary fiber are cellulose and hemicellulose. The main constituents of soluble dietary fiber (SDF) in the pomace sample are pectins, accounting for more than 60% of SDF (DENG et al., 2011). The SDF content in the present study was lower than reported by Llobera and Cañellas (2007), 10.08 g 100 g<sup>-1</sup> DM, for Manto Negro variety. The differences could be attributed to the different cultivars studied.

Soluble fibers are characterized by the ability to increase viscosity and reduce glycemic response and plasma cholesterol. Insoluble fibers are characterized by porosity, low density and ability to increase fecal bolus and decrease intestinal transit (REF).

In dietary fiber concentrates it was observed lower carbohydrates content than grape pomace skins. This result is related to increase in complex carbohydrates provided by the dietary fiber.

Overall, red grape varieties presented higher ash, protein and lipid contents than white ones. The result was consistent with Deng et al. (2011). Dietary fiber concentrates showed higher protein content, ranging from 15.50 to 20.21 g 100 g<sup>-1</sup> DM. This result was higher than reported by González-Centeno et al. (2010) and Llobera and Cañellas (2007), 3.1 to 3.8 g 100 g<sup>-1</sup> DM and similar to Deng et al. (2011), 11.26 to 12.34 g 100 g<sup>-1</sup> DM.

The lipid content was low in all samples. The successive washes with ethanol retained the lipids in the supernatant. Because of this, the content in dietary fiber concentrates was compared to grape pomace skins, mainly for Shiraz variety that presented 1.81 g 100 g<sup>-1</sup> DM.

Ash content ranged from 6.34 to 13.72 g 100 g<sup>-1</sup> DM in Chardonnay and Cabernet Sauvignon grape pomace skins, respectively, and 7.63 and 18.60 g 100 g<sup>-1</sup> DM in Tannat and Merlot dietary fiber concentrates, respectively.

Regarding the chemical composition of grape pomace skins and its dietary fiber concentrates, these ingredients could be used to improve the protein content and to reduce calories in food products and as a source of dietary fiber.

The functional properties of dietary fiber are related to its physiological effects and technological properties (Benítez et al., 2017). In the present study, we investigated the water holding, oil binding and cation binding capacities in grape pomace skins and its

dietary fiber concentrates (Table 2).

The water holding capacity (WHC) ranged from 1.95 to 2.96 g water g<sup>-1</sup> DM. For Chardonnay dietary fiber concentrate that exhibited the highest value for SDF, WHC was not statistically different for its grape pomace skin. The results in the present study were lower than reported by González-Centeno et al. (2010). Borchani et al. (2011) mentioned that the particle size, source, temperature, pH and ionic strength influence the WHC of fiber. Fibers from fruit by-products have greater affinity for water entrapping than cereal wastes. These differences are related to the physicochemical properties of fibers, mainly the higher soluble fiber content in vegetables than cereals (Elleuch et al., 2011).

The values for oil binding capacity (OBC) were higher in Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Shiraz and Tannat dietary fiber concentrates. For other grape varieties, the higher values were presented in grape pomace skins. These results also were lower than those reported by González-Centeno et al. (2010), above 4 g oil g<sup>-1</sup> DM and higher than the values described by Martínez et al. (2012) for mango, passion fruit, pineapple and guava dietary fiber concentrates, that ranged from 0.7 to 1.6 g oil g<sup>-1</sup> DM. The OBC is dependent on fiber composition, surface properties and hydrophobic nature of the fiber particles (Femenia et al., 1997). Besides the technological property related to prevention of phase separation during food preservation, storage and distribution, the OBC is associated to an important physiological effect. During human metabolism, ingredients with high OBC could entrap the lipids in the intestinal lumen, helping to reduce serum cholesterol levels (Nieto-Calvache et al., 2019).

Overall, the cation binding capacity (CBC) was higher in dietary fiber concentrates, mainly for Cabernet Sauvignon, 33.37 mg Cu g<sup>-1</sup> DM. Regarding the physiological effects, materials with high CBC could entrap, destabilize, and disintegrate a lipid emulsion, decreasing the diffusion and absorption of lipids (Benítez et al., 2017). Due to the functional properties, the dietary fiber concentrates from grape pomace skins could be used as a stabilizer in products with high lipid content and as a functional ingredient to prevent syneresis and modify viscosity and texture in bakery products.

## 4 | CONCLUSIONS

The results suggested that the dietary fiber concentration could be carried out to increase this important constituent of grape pomace skins and to reduce lipid content. Overall, dietary fiber concentrates from grape pomace skins showed higher total dietary fiber content and significant amounts of water holding, oil and cation binding capacities and could be used as additive for improving the dietary fiber content in food products.

Due to its proximate composition and functional properties, dietary fiber concentrates from Tannat and Riesling were highlighted in red and white grape varieties, respectively.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001.

## REFERENCES

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS - AACC. **AACC International Method of Analysis – The definition of dietary fiber**, v. 46, p. 112-126, 2001.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 16th ed., Washington, DC, USA, 1995.
- BENDER, A. B. B.; SPERONI, C. S.; SALVADOR, P. R.; LOUREIRO, B. B.; LOVATTO, N. M.; GOULART, F. R.; LOVATTO, M. T.; MARTHA, Z. M.; SILVA, L. P.; PENNA, N. G. **Grape pomace skins and the effects of its inclusion in the technological properties of muffins**. *Journal of Culinary Science & Technology*, v. 15, p. 143-157, 2017.
- BENÍTEZ, V.; MOLLÁ, E.; MARTÍN-CABREJAS, M. A.; AGUILERA, Y.; ESTEBAN, R. M. **Physicochemical properties and in vitro antidiabetic potential of fibre concentrates from onion by-products**. *Journal of Functional Foods*, v. 36, p. 34-42, 2017.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. **A rapid method of total lipid extraction and purification**. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, v. 37, p. 911-917, 1959.
- BORCHANI, C.; BESBES, S.; MASMOUDI, M.; BLECKER, C.; PAQUOT, M.; ATTIA, H. **Effect of drying methods on physico-chemical and antioxidant properties of date fibre concentrates**. *Food Chemistry*, v. 125, p. 1194-1201, 2011.
- BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. **Characterization of dietary fiber and the in vitro indigestible fraction of grape pomace**. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 49, p. 135–141, 1998.
- CAMPOS, L. M. A. S.; LEIMANN, F. V.; PEDROSA, R. C.; FERREIRA, S. R. S. **Free radical scavenging of grape pomace extracts from Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera*)**. *Bioresource Technology*, v. 99, p. 8413–8420, 2008.
- CHAU, C. F.; HUANG, Y. L. **Comparison of the chemical composition and physicochemical properties of different fibers prepared from the peel of *Citrus sinensis* L. Cv. Liucheng**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 51, p. 2615-2618, 2003.
- DENG, Q.; PENNER, M. H.; ZHAO, Y. **Chemical composition of dietary fiber and polyphenols of five different varieties of wine grape pomace skins**. *Food Research International*, v. 44, p. 2712–2720, 2011.
- ELLEUCH, M.; BEDIGIAN, D.; ROISEUX, O.; BESBES, S.; BLECKER, C.; ATTIA, H. **Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review**. *Food Chemistry*, v. 124, p. 411-421, 2011.

FEMENIA, A.; LEFEBVRE, A. C.; THEBAUDIN, J. Y.; ROBERTSON, J. A.; BOURGEOIS, C. M.

**Physical and sensory properties of model foods supplemented with cauliflower fiber.** Journal of Food Science, v. 62, p. 635-639, 1997.

FERNANDES, L.; CASAL, S.; CRUZ, R.; PEREIRA, J. A.; RAMALHOSA, E. **Seed oils of ten**

**traditional Portuguese grape varieties with interesting chemical and antioxidant properties.** Food Research International, v. 50, p. 161-66, 2013.

GONZÁLEZ-CENTENO, M. R.; ROSSELLÓ, C.; SIMAL, S.; GARAU, M. C.; LÓPEZ, F.; FEMENIA, A.

**Physico-chemical properties of cell wall materials obtained from ten grape varieties and their byproducts: grape pomaces and stems.** LWT – Food Science and Technology, v. 43, p. 1580-1586, 2010.

GRIGELMO-MIGUEL, N.; CARRERAS-BOLADERAS, E.; MARTIN-BELLOSO, O. **Influence of the**

**addition of peach dietary fiber in composition, physical properties and acceptability of reduced-fat muffins.** Food Science and Technology International, v. 7, p. 425-431, 2001.

IBRAVIN. Instituto Brasileiro do Vinho. **Elaboração de vinhos e derivados no Rio Grande do Sul –**

**2006 a 2017.** 2017. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/admin/arquivos/estatisticas/1510252152.pdf>>. Acesso em: 08 Dez. 2017.

KAMMERER, D. R.; SCHIEBER, A.; CARLE, R. **Characterization and recovery of phenolic**

**compounds from grape pomace – A review.** Journal of Applied Botany and Food Quality, v. 79, p. 189-196, 2005.

KENDALL, C. W. C.; ESFAHANI, A.; JENKINS, D. J. A. **The link between dietary fibre and human**

**health.** Food Hydrocolloids, v. 24, p. 42-48, 2010.

LARRAURI, J. A. **New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruits by-**

**products.** Trends in Food Science and Technology, v. 10, p. 3-8, 1999.

LLOBERA, A.; CAÑELLAS, J. **Dietary fibre content and antioxidant activity of Manto Negro**

**red grape (*Vitis vinifera*): pomace and stem.** Food Chemistry, v. 101, p. 659-666, 2007.

LLOBERA, A.; CAÑELLAS, J. **Antioxidant activity and dietary fibre of Prenal Blanc white grape**

**(*Vitis vinifera*) by-products.** International Journal of Food Science and Technology, v. 43, p. 1953-1959, 2008.

MAKRIS, D. P.; BOSKOU, G.; ANDRIKOPOULOS, N. K. **Polyphenolic content and in vitro**

**antioxidant characteristics of wine industry and other agrifood solid waste extracts.** Journal of Food Composition and Analysis, v. 20, p. 125-132, 2007.

MARTÍNEZ, R.; TORRES, P.; MENESES, M. A.; FIGUEROA, J. G.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; VIUDA-

**MARTOS, M. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate.** Food Chemistry, v. 135, p. 1520-1526, 2012.

MCBURNEY, M. I.; VAN SOEST, P. J.; CHASE, L. E. **Cation exchange capacity and buffering**

**capacity of neutral-detergent fibres.** Journal of Science of Food and Agriculture, v. 34, p. 910-916, 1983.

MILDNER-SZKUDLARZ, S.; ZAWIRSKA-WOJTASIAK, R.; SZWENGIEL, A.; PACYŃSKI, M. **Use of grape by-product as a source of dietary fibre and phenolic compounds in sourdough mixed rye bread.** International Journal of Food Science and Technology, v. 46, p. 1485-1493, 2011.

NIETO-CALVACHE, J. E.; DE ESCALADA PLA, M. E.; GERSCHENSON, L. N. **Dietary fibre concentrates produced from papaya by-products for agroindustrial waste valorization.** International Journal of Food Science and Technology, v. 54, p. 1074-1080, 2019

ROCKENBACH, I. I.; GONZAGA, L. V.; RIZELIO, V. M.; GONÇALVES, A. E. S. S.; GENOVESE, M. I.; FETT, R. **Phenolic compounds and antioxidant activity of seed and skin extracts of red grape (*Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*) pomace from Brazilian winemaking.** Food Research International, v. 44, p. 897-901, 2011.

YU, J.; AHMEDNA, M. **Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications.** International Journal of Food Science and Technology, v. 48, p. 221-237, 2013.

Component (g 100 g <sup>-1</sup> DM)	Samples	Grape varieties									CV	P (SxV)*
		Cabernet Sauvignon	Chardonnay	Marselan	Merlot	Pinotage	Pinot Noir	Riesling	Shiraz	Tannat		
TDF	Grape pomace skins	57.14 <sup>a</sup>	37.18 <sup>b</sup>	58.00 <sup>b</sup>	47.19 <sup>b</sup>	58.66 <sup>b</sup>	56.72 <sup>b</sup>	35.95 <sup>b</sup>	52.02 <sup>b</sup>	55.40 <sup>b</sup>	1.49	< 0.001
	Dietary fiber concentrate	61.11 <sup>a</sup>	49.10 <sup>b</sup>	65.28 <sup>b</sup>	53.17 <sup>b</sup>	64.14 <sup>a</sup>	62.37 <sup>a</sup>	52.21 <sup>a</sup>	63.00 <sup>a</sup>	67.95 <sup>b</sup>		
IDF	Grape pomace skins	52.55 <sup>b</sup>	31.09 <sup>b</sup>	54.51 <sup>b</sup>	42.60 <sup>b</sup>	53.33 <sup>b</sup>	54.37 <sup>b</sup>	32.37 <sup>b</sup>	47.88 <sup>b</sup>	54.67 <sup>b</sup>	2.04	< 0.001
	Dietary fiber concentrate	56.04 <sup>a</sup>	41.08 <sup>b</sup>	59.11 <sup>a</sup>	43.77 <sup>b</sup>	57.25 <sup>b</sup>	57.06 <sup>b</sup>	44.44 <sup>a</sup>	59.50 <sup>a</sup>	62.34 <sup>a</sup>		
SDF	Grape pomace skins	4.59 <sup>ns</sup>	6.09 <sup>ns</sup>	3.50 <sup>b</sup>	4.59 <sup>b</sup>	5.33 <sup>ns</sup>	2.34 <sup>ns</sup>	3.58 <sup>b</sup>	4.13 <sup>ns</sup>	0.73 <sup>b</sup>	18.86	< 0.001
	Dietary fiber concentrate	5.07 <sup>ns</sup>	8.01 <sup>ns</sup>	6.17 <sup>a</sup>	9.40 <sup>a</sup>	6.89 <sup>ns</sup>	5.31 <sup>ns</sup>	7.77 <sup>a</sup>	3.50 <sup>ns</sup>	5.91 <sup>a</sup>		
CARB	Grape pomace skins	8.80 <sup>a</sup>	42.87 <sup>a</sup>	17.63 <sup>a</sup>	19.29 <sup>a</sup>	11.05 <sup>a</sup>	11.49 <sup>a</sup>	42.53 <sup>a</sup>	12.34 <sup>a</sup>	13.44 <sup>a</sup>	6.03	< 0.001
	Dietary fiber concentrate	6.33 <sup>b</sup>	28.83 <sup>b</sup>	8.70 <sup>b</sup>	13.78 <sup>b</sup>	7.79 <sup>b</sup>	9.10 <sup>b</sup>	23.05 <sup>b</sup>	7.72 <sup>b</sup>	1.40 <sup>b</sup>		
Protein	Grape pomace skins	14.79 <sup>b</sup>	9.20 <sup>b</sup>	6.78 <sup>b</sup>	11.96 <sup>b</sup>	13.76 <sup>ns</sup>	16.22 <sup>ns</sup>	8.69 <sup>b</sup>	12.56 <sup>ns</sup>	15.50 <sup>b</sup>	2.62	< 0.001
	Dietary fiber concentrate	16.82 <sup>a</sup>	10.81 <sup>b</sup>	7.40 <sup>b</sup>	12.59 <sup>b</sup>	14.04 <sup>ns</sup>	16.13 <sup>ns</sup>	11.49 <sup>a</sup>	12.70 <sup>ns</sup>	20.21 <sup>a</sup>		
Lipid	Grape pomace skins	5.55 <sup>a</sup>	4.41 <sup>a</sup>	5.13 <sup>a</sup>	5.30 <sup>a</sup>	4.92 <sup>a</sup>	5.30 <sup>a</sup>	4.45 <sup>a</sup>	6.87 <sup>a</sup>	7.26 <sup>a</sup>	3.93	< 0.001
	Dietary fiber concentrate	2.37 <sup>b</sup>	3.50 <sup>b</sup>	2.15 <sup>b</sup>	1.86 <sup>b</sup>	2.13 <sup>b</sup>	1.95 <sup>b</sup>	2.72 <sup>b</sup>	1.81 <sup>b</sup>	2.81 <sup>b</sup>		
Ash	Grape pomace skins	13.72 <sup>ns</sup>	6.34 <sup>b</sup>	12.46 <sup>b</sup>	16.27 <sup>b</sup>	11.89 <sup>ns</sup>	10.27 <sup>ns</sup>	8.38 <sup>b</sup>	16.21 <sup>a</sup>	8.39 <sup>b</sup>	2.87	< 0.001
	Dietary fiber concentrate	13.37 <sup>ns</sup>	7.76 <sup>a</sup>	16.48 <sup>b</sup>	18.60 <sup>b</sup>	11.61 <sup>ns</sup>	10.45 <sup>ns</sup>	10.53 <sup>a</sup>	14.76 <sup>b</sup>	7.63 <sup>b</sup>		

Table 1 - Proximate composition of grape pomace skins and dietary fiber concentrates, regarding samples (S) and grape varieties (V) combination.

\* Statistically different (P < 0.05) by F test.

Means with different letters, for the same component, in the same column, indicate statistical differences (P < 0.05).

TDF: Total dietary fiber; IDF: Insoluble dietary fiber; SDF: Soluble dietary fiber; CARB: Carbohydrates; CV: Coefficient variation; ns: not significant.

Parameter	Samples	Grape varieties									CV	P (SXV)
		Cabernet Sauvignon	Chardonnay	Marselan	Merlot	Pinotage	Pinot Noir	Riesling	Shiraz	Tannat		
WHC (g water g <sup>-1</sup> DM)	Grape pomace skins	2.30 <sup>ns</sup>	2.03 <sup>ns</sup>	2.35 <sup>a</sup>	2.35 <sup>a</sup>	2.96 <sup>a</sup>	2.48 <sup>ns</sup>	1.95 <sup>b</sup>	2.10 <sup>ns</sup>	2.48 <sup>ns</sup>	5.21	< 0.001
	Dietary fiber concentrate	2.45 <sup>ns</sup>	2.03 <sup>ns</sup>	2.22 <sup>b</sup>	2.18 <sup>b</sup>	2.22 <sup>b</sup>	2.41 <sup>ns</sup>	2.25 <sup>a</sup>	2.16 <sup>ns</sup>	2.42 <sup>ns</sup>		
OBC (g oil g <sup>-1</sup> DM)	Grape pomace skins	1.55 <sup>b</sup>	1.25 <sup>b</sup>	1.92 <sup>a</sup>	2.09 <sup>ns</sup>	1.95 <sup>ns</sup>	2.24 <sup>a</sup>	1.64 <sup>ns</sup>	1.55 <sup>b</sup>	1.63 <sup>b</sup>	4.19	< 0.001
	Dietary fiber concentrate	1.74 <sup>a</sup>	1.56 <sup>a</sup>	1.54 <sup>b</sup>	1.83 <sup>ns</sup>	1.77 <sup>ns</sup>	1.79 <sup>b</sup>	1.49 <sup>ns</sup>	1.91 <sup>a</sup>	1.80 <sup>a</sup>		
CBC (mg Cu g <sup>-1</sup> DM)	Grape pomace skins	23.96 <sup>b</sup>	14.86 <sup>b</sup>	23.08 <sup>b</sup>	25.92 <sup>ns</sup>	23.53 <sup>b</sup>	26.12 <sup>ns</sup>	15.79 <sup>b</sup>	37.52 <sup>ns</sup>	20.75 <sup>b</sup>	5.52	< 0.001
	Dietary fiber concentrate	33.37 <sup>a</sup>	20.04 <sup>a</sup>	27.35 <sup>a</sup>	27.20 <sup>ns</sup>	29.27 <sup>a</sup>	25.24 <sup>ns</sup>	19.48 <sup>a</sup>	31.70 <sup>ns</sup>	27.00 <sup>a</sup>		

Table 2 - Functional properties of grape pomace skins and dietary fiber concentrates, regarding samples (S) and grape varieties (V) combination.

\* Statistically different ( $P < 0.05$ ) by F test.

Means with different letters, for the same parameter, in the same column, indicate statistical differences ( $P < 0.05$ ).

WHC: Water holding capacity; OBC: Oil binding capacity; CBC: Cation binding capacity; CV: Coefficient variation; ns: not significant.

## QUANTIFICAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS TRANS E SATURADOS EM BOLACHAS RECHEADAS E BOLACHAS WAFERS PRODUZIDAS NO BRASIL

Data de aceite: 01/07/2020

Data da submissão: 15/05/2020

### Tamires Carvalho Lins Montilla

Departamento de Alimentos e Nutrição  
Experimental, Faculdade de Ciências  
Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.  
São Paulo - São Paulo.  
Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8617416109386455>

### Rosângela Pavan Torres

Departamento de Alimentos e Nutrição  
Experimental, Faculdade de Ciências  
Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.  
São Paulo - São Paulo.  
Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4292534525215474>

### Jorge Mancini – Filho

Departamento de Alimentos e Nutrição  
Experimental, Faculdade de Ciências  
Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.  
São Paulo - São Paulo.  
Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1329109472641366>

**RESUMO:** Diversas evidências científicas comprovam que os ácidos graxos *trans* são prejudiciais à saúde. A Organização Mundial da Saúde (OMS) considerando a presença da gordura *trans* nos alimentos recomenda a sua eliminação até o ano de 2023. No Brasil a RDC número 54 de novembro de 2012 da ANVISA estabelece que, somente os alimentos que

apresentarem teores de gorduras *trans* menor  $\leq$  0,1 g por porção e ácidos graxos saturados mais *trans* até 1,5 g/porção podem alegar zero *trans* na rotulagem. As bolachas recheadas e wafers são importantes representantes de alimentos ultra processados contendo elevados teores de açúcares e gorduras, sendo muito consumidas pelo seu baixo custo e acessibilidade. A partir destas observações, o objetivo desse estudo foi o de avaliar os teores de gordura *trans* e saturadas por cromatografia gasosa (método 996.06 da AOAC) em bolachas recheadas e wafers, comercializadas na cidade de São Paulo, verificando se a rotulagem está de acordo com a legislação. Foram analisadas 31 bolachas recheadas e 33 bolachas wafers, sendo encontrados teores de gorduras *trans* de 0,01 a 1,56 g/porção e 0,01 e 2,56 g/porção nas bolachas recheadas e wafers respectivamente. Nas bolachas com a alegação zero *trans* na rotulagem a soma da gordura saturada e *trans* variaram de 1,67 a 3,31 g/porção e de 1,95 a 4,16 g/porção respectivamente nas bolachas recheadas e wafers. A princípio todas as amostras zero *trans* estariam em desacordo com a legislação, mas, através do teste t-student com p-valor  $< 0,01$ , pode-se observar que doze bolachas recheadas e vinte e uma bolachas wafers estavam em desacordo com a RDC 54. Diante disso, ratifica-se a necessidade premente de modificações na legislação vigente e de fiscalizações mais frequentes pelos órgãos competentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ácidos graxos *trans*, ácidos graxos saturados, bolachas recheadas, bolachas wafers, legislação.

## QUANTIFICATION OF TRANS AND SATURATED FATTY ACIDS IN STUFFED COOKIES AND WAFERS PRODUCED IN BRAZIL

**ABSTRACT:** Several scientific evidences prove that trans fatty acids are harmful to health. The World Health Organization (WHO), considering the presence of trans fat in food, recommends its elimination by the year 2023. In Brazil, the RDC number 54 of November 2012 of ANVISA establishes that only foods with trans fat content less than  $\leq 0.1$  g per serving and saturated fatty acids plus trans up to 1.5 g / serving can claim zero trans on the label. The stuffed wafers and wafers are important representatives of ultra-processed foods containing high levels of sugars and fats, being widely consumed due to their low cost and accessibility. From these observations, the objective of this study was to evaluate the contents of trans and saturated fat by gas chromatography (method 996.06 from AOAC) in filled cookies and wafers, sold in the city of São Paulo, checking if the labeling is in accordance with legislation. 31 filled wafers and 33 wafers were analyzed, with levels of trans fats ranging from 0.01 to 1.56 g / serving and 0.01 and 2.56 g / serving in the filled wafers and wafers, respectively. In the wafers with the claim zero trans on the labeling the sum of saturated and trans fat ranged from 1.67 to 3.31 g / portion and from 1.95 to 4.16 g / portion respectively in the filled wafers and wafers. At first, all zero trans samples would be at odds with the legislation, but, through the t-student test with p-value  $<0.01$ , it can be observed that twelve filled cookies and twenty-one wafer cookies were at odds with the RDC 54. In view of this, the urgent need for changes in the current legislation and more frequent inspections by the competent bodies is ratified.

**KEYWORD:** Trans fatty acids, saturated fatty acids, stuffed wafers, wafers, legislation.

### 1 | INTRODUÇÃO

O consumo de ácidos graxos *trans* está diretamente relacionado a doenças cardiovasculares, à obesidade e a acidentes vasculares cerebrais. Estudos demonstram que os ácidos graxos *trans* são mais deletérios à saúde do que os ácidos graxos saturados. Os ácidos graxos saturados elevam os níveis de LDL colesterol e os ácidos graxos *trans*, além de aumentarem os níveis de LDL colesterol, diminuem os níveis de HDL colesterol (AMERICAN HEART ASSOCIATION, 2017; FDA, 2015; GAZZOLA; DEPIN, 2015). Souza et al (2015) demonstraram que a substituição de ácidos graxos *trans* por ácidos graxos saturados podem diminuir em até 17% o risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e o aumento de 2% do consumo de gorduras *trans* na dieta amplia em 25 a 30% a chance de mortalidade por doença coronariana. Além disso, os ácidos graxos *trans* competem com os ácidos graxos essenciais da família ômega 6 e ômega 3 nas reações de dessaturação e alongação, ocasionando a formação de eicosanoides sem atividade biológica (GAZZOLA; DEPIN, 2015).

Devido a vários estudos no mundo que comprovam os possíveis malefícios do consumo da gordura *trans* para a saúde vêm ocorrendo mudanças na regulamentação da gordura *trans*. A Organização Mundial da saúde (OMS), em 1995, recomendou que a ingestão de gordura *trans* devesse ser de no máximo 1% do total da energia consumida

diariamente (2 gramas de gordura trans, baseado em uma dieta de 2000 calorias por dia), buscando a promoção da saúde (GAZZOLA; DEPIN, 2015; HISSANAGA; PROENÇA, 2012; NASCIMENTO et al., 2013).

Em 2003, a Dinamarca foi o primeiro país a restringir o uso de gorduras *trans*, em menos de um ano a gordura *trans* foi diminuída dos alimentos. Estudos indicam que as mortes por doenças cardiovasculares foram reduzidas de forma significativa (DOELL et al., 2012). A cidade de Nova York em 2006 aprovou uma lei proibindo o uso de gordura parcialmente hidrogenada nos preparos dos pratos nos estabelecimentos de *fast-food* (ANGELL et al., 2012). De acordo com Brandt et al (2017), entre 2016 e 2017 o índice de hospitalizações por infarto ou AVC foi 6,2% menor após as restrições de gorduras trans na cidade de Nova York. No Brasil, em 2012, a Resolução Colegiada número 54, estabelece que os alimentos que contiverem até 0,1 g de gordura trans por porção e máximo de 1,5 g/porção da somatória de gorduras saturadas e trans podem trazer na rotulagem a alegação de “zero trans” (BRASIL, 2012).

Em 2018, a OMS anunciou um plano denominado “REPLACE” para eliminar mundialmente os ácidos graxos trans produzidos pelas indústrias. Essa campanha consiste em erradicar as gorduras trans até 2023 e, se isso realmente acontecer, poderá salvar 10 milhões de vida, segundo a organização (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2018).

Assim, o objetivo desse estudo é determinar a composição de ácidos graxos em bolachas recheadas e em bolachas *wafers*, especialmente aquelas que possuem a alegação de “zero trans” na rotulagem nutricional e verificar se as marcas analisadas cumprem com a legislação vigente da ANVISA (RDC 54), principalmente nas determinações dos teores de ácidos graxos trans e saturados.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Sessenta e quatro amostras de bolachas recheadas e bolachas *wafers* foram adquiridas, sendo estes: supermercados, lojas de um real e lojas de doces. O período de coleta ocorreu entre maio e agosto de 2018. Trinta e uma bolachas recheadas e trinta e três bolachas *wafers* foram divididas em: bolachas contendo gordura trans e as com a alegação de “zero trans” nos rótulos. As bolachas recheadas foram de 10 marcas e 15 sabores, sendo estes: chocolate, morango, baunilha, brigadeiro, doce de leite, chocolate com baunilha, limão, chocolate com limão, chocolate branco, leite com chocolate, morango com chocolate, morango mais recheio, chocolate branco mais chocolate preto, blackout chocolate com leite e chocolate com coco. As bolachas *wafers* obtidas foram de 12 marcas e de 13 sabores distintos, sendo eles: chocolate, morango, chocolate com leite, chocolate com amendoim, amendoim, chocolate branco, doce de leite, limão, flocos, duplo chocolate, chocolate com coco, triplo chocolate, baunilha. Elas foram homogeneizadas manualmente e armazenadas em freezer a 20°C. Os reagentes utilizados foram para análise (PA), o

padrão interno o triglicerídeo do ácido tridecanóico (Sigma T3882) e a mistura padrão com 37 ésteres metílicos de ácidos graxos 189 19 Sigma.

As análises foram realizadas no laboratório de lipídes no Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas na Universidade de São Paulo. A metodologia utilizada para a determinação dos ácidos graxos nas bolachas foi a 996.06 da AOAC com modificações, adicionando-se o triglicerídeo do ácido tritridecanóico com padrão interno (AOAC, 2002). Para a análise, foi realizada a extração e derivatização da gordura pelo método validado da AOAC.

A composição dos ácidos graxos foi realizada por cromatógrafo a gás GC1020 Shimadzu com injetor automático AOC 20i e software GC Solution, coluna cromatográfica de sílica fundida SP2560 (biscianopropil polisiloxana) de 100 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,2  $\mu\text{m}$  de espessura de filme. A programação de temperatura da coluna foi isotérmica a 140°C por 5 min., aquecimento a 4°C/min até 240°C, permanecendo nesta temperatura por 25 min. A temperatura do vaporizador e do detector foram respectivamente 250°C e 260°C, tendo o hélio como gás de arraste, fluxo de 1 mL/min. e a razão da divisão da amostra no injetor de 1:100. Um microlitro dos ésteres metílicos de ácidos graxos obtidos foi injetado e os tempos de retenção comparados ao do padrão 189 19 Sigma.

Todas as amostras foram realizadas em triplicata, sendo calculada a média e desvio padrão. A quantificação das gorduras totais, saturadas, monoinsaturadas, poli-insaturadas e *trans* foi baseada na adição do padrão interno triglicerídeo do ácido tridecanóico e utilizou-se os fatores de correção teórico do detector de ionização de chama, descritos no método Ce 1j-07 da AOCS. Os resultados foram expressos em g/100 g de amostra e g/porção. O teste estatístico realizado foi o teste de *Student* para valor fixo, em que foi fixado o nível de significância de 1% ( $p < 0,01$ ).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Bolachas recheadas

Obteve-se resultados de dezesseis amostras de bolachas recheadas com a ausência de gorduras *trans* nos rótulos e quinze amostras com gordura *trans* na rotulagem nutricional. Os resultados foram expressos por porção de 30 g e de 100 g de alimento e comparados com os valores preconizados na RDC 54. As gorduras saturadas, monoinsaturada e poli-insaturada presentes nas bolachas recheadas com alegação zero gordura *trans* nos rótulos estão descritos por 100 g e as gorduras *trans* estão descritos por porção e por 100g na Tabela 01.

Número	Marca	Sabor	Rotulagem	S (100g)	M (100g)	P (100g)	T (100g)	T (30 g)	S+T (30g)
1	A	Chocolate	Zero <i>trans</i>	5,64 ± 0,21	11,10 ± 0,31	3,15 ± 0,10	0,22 ± 0,02	0,08 ± 0,00 <sup>a</sup>	1,76 ± 0,07 <sup>a</sup>
2	A	Morango	Zero <i>trans</i>	6,07 ± 0,34	10,20 ± 0,37	2,28 ± 0,08	0,04 ± 0,01	0,01 ± 0,00 <sup>a</sup>	1,83 ± 0,10 <sup>a</sup>
3	A	Baunilha	Zero <i>trans</i>	6,18 ± 0,17	12,16 ± 0,27	2,57 ± 0,06	0,03 ± 0,00	0,01 ± 0,00 <sup>a</sup>	1,86 ± 0,05 <sup>a</sup>
4	B	Brigadeiro	Zero <i>trans</i>	10,42 ± 0,36	6,25 ± 0,21	6,38 ± 0,26	0,14 ± 0,00	0,04 ± 0,00 <sup>a</sup>	3,17 ± 0,11 <sup>a</sup>
5	B	Morango	Zero <i>trans</i>	9,49 ± 0,23	5,54 ± 0,14	6,12 ± 0,17	0,04 ± 0,01	0,01 ± 0,00 <sup>a</sup>	2,86 ± 0,07 <sup>a</sup>
6	B	Chocolate	Zero <i>trans</i>	7,91 ± 0,04	4,90 ± 0,05	5,27 ± 0,04	0,07 ± 0,00	0,02 ± 0,00 <sup>a</sup>	2,39 ± 0,01 <sup>a</sup>
7	C	Chocolate	Zero <i>trans</i>	5,64 ± 0,07	2,81 ± 0,04	7,02 ± 0,05	0,03 ± 0,00	0,01 ± 0,00 <sup>a</sup>	1,70 ± 0,02 <sup>a</sup>
8	C	Morango	Zero <i>trans</i>	5,76 ± 0,47	3,08 ± 0,30	7,90 ± 0,35	0,03 ± 0,01	0,01 ± 0,00 <sup>a</sup>	1,74 ± 0,14 <sup>a</sup>
9	C	Doce de leite	Zero <i>trans</i>	5,54 ± 0,14	2,83 ± 0,02	7,77 ± 0,05	0,03 ± 0,00	0,01 ± 0,00 <sup>a</sup>	1,67 ± 0,04 <sup>a</sup>
10	D	Choc c/ baunilha	Zero <i>trans</i>	9,61 ± 0,21	7,40 ± 0,12	2,60 ± 0,01	0,22 ± 0,01	0,07 ± 0,00 <sup>a</sup>	2,95 ± 0,06 <sup>a</sup>
11	D	Morango	Zero <i>trans</i>	8,85 ± 0,12	6,91 ± 0,11	2,17 ± 0,05	0,15 ± 0,00	0,04 ± 0,00 <sup>a</sup>	2,70 ± 0,04 <sup>a</sup>
12	D	Limão	Zero <i>trans</i>	9,08 ± 0,11	6,94 ± 0,09	2,31 ± 0,10	0,15 ± 0,01	0,04 ± 0,00 <sup>a</sup>	2,77 ± 0,03 <sup>a</sup>
13	E	Morango	Zero <i>trans</i>	10,70 ± 0,92	7,73 ± 0,47	2,52 ± 0,05	0,32 ± 0,03	0,10 ± 0,01 <sup>a</sup>	3,31 ± 0,28 <sup>a</sup>
14	E	Choc c/ limão	Zero <i>trans</i>	10,39 ± 0,13	7,69 ± 0,11	2,48 ± 0,04	0,32 ± 0,01	0,10 ± 0,00 <sup>a</sup>	3,21 ± 0,04 <sup>a</sup>
15	F	Chocolate	Zero <i>trans</i>	5,96 ± 0,39	3,29 ± 0,07	8,04 ± 0,14	0,09 ± 0,00	0,03 ± 0,00 <sup>a</sup>	1,82 ± 0,12 <sup>a</sup>
16	F	Choc branco	Zero <i>trans</i>	6,00 ± 0,25	3,28 ± 0,12	7,66 ± 0,28	0,11 ± 0,01	0,03 ± 0,00 <sup>a</sup>	1,83 ± 0,08 <sup>a</sup>
17	F	Chocolate	Com <i>trans</i>	4,57 ± 0,56	8,08 ± 0,14	3,89 ± 0,00	2,11 ± 0,16	0,63 ± 0,05	2,01 ± 0,12
18	F	Leite c/ choc	Com <i>trans</i>	5,11 ± 0,24	6,01 ± 0,03	5,05 ± 0,22	3,11 ± 0,06	0,93 ± 0,02	2,47 ± 0,08
19	F	Morango	Com <i>trans</i>	4,95 ± 0,05	6,15 ± 0,03	5,17 ± 0,01	2,78 ± 0,05	0,83 ± 0,01	2,32 ± 0,03
20	F	Morango c/ choc	Com <i>trans</i>	4,82 ± 0,11	5,66 ± 0,07	5,09 ± 0,05	2,60 ± 0,04	0,75 ± 0,01	2,19 ± 0,05
21	G	Morango	Com <i>trans</i>	1,97 ± 0,20	3,89 ± 0,11	3,31 ± 0,13	2,03 ± 0,04	0,61 ± 0,01	1,73 ± 0,13
22	G	Chocolate	Com <i>trans</i>	4,98 ± 0,07	6,49 ± 0,08	4,14 ± 0,01	3,63 ± 0,00	1,09 ± 0,00	2,58 ± 0,02
23	H	Choc + recheio	Com <i>trans</i>	7,44 ± 0,08	6,11 ± 0,06	8,00 ± 0,05	0,48 ± 0,01	0,14 ± 0,00	2,38 ± 0,03
24	H	Chocolate	Com <i>trans</i>	6,23 ± 0,35	5,35 ± 1,03	6,74 ± 1,48	0,34 ± 0,01	0,10 ± 0,00	1,31 ± 0,05
25	H	Morango + recheio	Com <i>trans</i>	7,12 ± 0,25	6,27 ± 0,12	7,45 ± 0,45	0,45 ± 0,01	0,13 ± 0,00	2,27 ± 0,08
26	H	Morango e choc	Com <i>trans</i>	6,30 ± 0,38	5,94 ± 0,14	7,66 ± 0,12	0,37 ± 0,01	0,11 ± 0,00	2,00 ± 0,11
27	H	Morango	Com <i>trans</i>	6,81 ± 0,15	5,62 ± 0,03	7,04 ± 0,16	0,40 ± 0,02	0,12 ± 0,01	2,16 ± 0,04
28	H	Choc br + Choc preto	Com <i>trans</i>	6,39 ± 0,03	5,70 ± 0,09	7,84 ± 0,08	0,42 ± 0,03	0,13 ± 0,01	2,04 ± 0,01
29	F	Blackout choc e leite	Com <i>trans</i>	4,83 ± 0,37	5,31 ± 0,25	4,92 ± 0,18	2,77 ± 0,06	0,83 ± 0,02	2,28 ± 0,12
30	I	Chocolate	Com <i>trans</i>	4,88 ± 0,22	6,08 ± 0,15	1,05 ± 0,03	5,06 ± 0,10	1,52 ± 0,03	2,98 ± 0,10
31	I	Chocolate e coco	Com <i>trans</i>	5,27 ± 0,08	6,54 ± 0,13	1,10 ± 0,03	5,21 ± 0,06	1,56 ± 0,02	3,14 ± 0,04

Letras de A à I representam as marcas das bolachas; S: Gordura saturada; M: Gordura monoinsaturada; P: Gordura poli-insaturada; T: Gordura *trans*; S+T: A soma de gordura saturada e *trans*; \* Os resultados estão expressos em Média ± Desvio Padrão das análises em triplicata. A letra "a" significa que as amostras obedecem à legislação e na letra "b" as amostras estão em desacordo com a legislação (p valor < 0,01).

Tabela 1: Determinação da gordura saturada, insaturada e *trans* presente em bolachas recheadas com a alegação de “zero *trans*” e com presença de *trans* na rotulagem nutricional.

### 3.1.1 Bolachas recheadas com alegação zero gordura *trans* na rotulagem nutricional

De acordo com os resultados descritos na Tabela 01, verifica-se que as amostras de bolachas recheadas com alegação zero gordura *trans* possuem altos teores de gorduras saturadas. Os valores encontrados variaram de 5,54 a 10,70 g por 100g de amostra. Estes são valores elevados, já que esse tipo de gordura também é prejudicial à saúde.

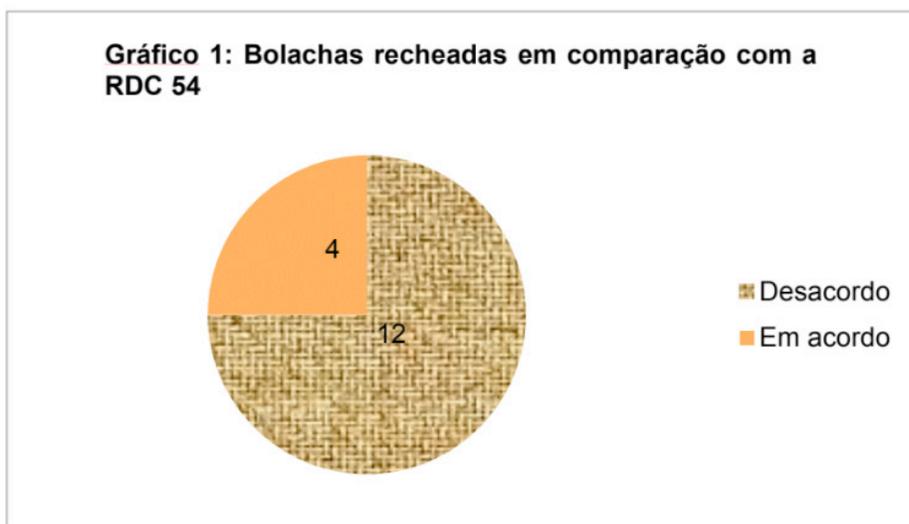
Gagliardi et al (2009) analisaram os teores de gorduras de diversos alimentos industrializados e verificaram que houve a redução da gordura *trans* em algumas amostras, porém estas apresentaram altos teores de gordura saturada em sua composição. Bottan (2010) analisou duas bolachas recheadas com a alegação de “zero *trans*” nos rótulos e verificou que as marcas possuíam 3,2 e 2,5 g de gordura saturada por porção. Estes resultados são semelhantes aos encontrados no presente estudo, pois algumas marcas diminuíram os teores de ácidos graxos *trans*, no entanto aumentaram os ácidos graxos saturados.

Conforme a RDC 54, as condições para o alimento conter a alegação de “zero *trans*” são: máximo de 0,1 g de ácidos graxos *trans* por porção e a soma de gordura saturada e de gordura *trans* deve ser de no máximo 1,5 g (BRASIL, 2012). Percebe-se que, de acordo com o limite de 0,1 g por porção, todas as 16 amostras estão em conformidade com a legislação, pois todas as marcas atingiram em todos os sabores valores ≤ a 0,1 g.

Os cálculos estatísticos demonstraram que todas as amostras estão em conformidade com a legislação RDC 54 na questão de valores  $\leq$  a 0,1 g de gorduras *trans* por porção. Foi utilizado p valor  $< 0,01$  com 1% de probabilidade de erro e de nível de confiança de 99%.

Outro ponto a salientar é que, de acordo com a RDC 54, além de o alimento apresentar máximo de 0,1 g de ácidos graxos *trans* por porção, o produto deve conter somatória máxima de 1,5 g de gordura saturada e *trans*. Analisando os resultados encontrados nas análises apresentados na Tabela 1, todas as marcas estão com valores superiores ao exigido pela legislação RDC 54 (máx. de 1,5 g). Os valores das amostras variaram entre 1,67 e 3,31 g por porção. A marca “E” foi a que apresentou maiores teores de somatória de ácidos graxos saturados e de ácidos graxos *trans*. Essa marca apresentou valor de 3,31 g, valor alto e que equivale a mais que o dobro do valor máximo permitido pela legislação para o produto poder ter a alegação de “zero *trans*”.

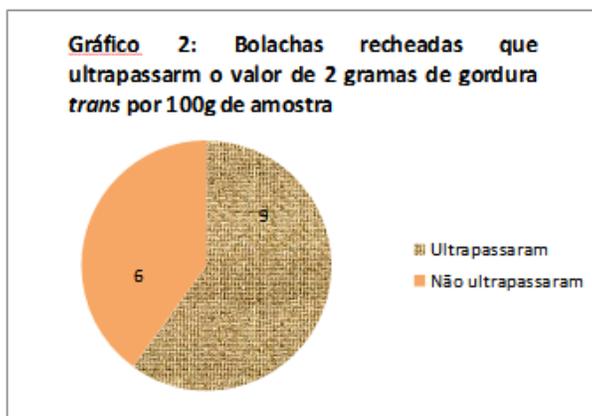
Estatisticamente, as amostras 1, 2, 8 e 15 estão em acordo com a legislação vigente e obedecem ao limite da soma de gordura saturada e de gordura *trans* menor ou igual a 1,5 g/ porção. Porém, as amostras restantes estatisticamente estão em desacordo com a legislação e ultrapassam o limite exigido pela RDC 54. Utilizou p valor  $< 0,01$  com 1% de probabilidade de erro e de nível de confiança de 99%. Assim, doze marcas de bolachas recheadas com a alegação de “zero *trans*” não estavam de acordo com a legislação RDC 54 e, por isso, não poderiam alegar “zero *trans*” na rotulagem. O gráfico 1 abaixo, demonstra a quantidade de amostras de bolachas recheadas com alegação zero *trans* na rotulagem nutricional, que estão em desacordo com a legislação vigente.



### 3.1.2 Bolachas recheadas com a presença de ácidos graxos *trans* na rotulagem nutricional

As bolachas recheadas com *trans* na rotulagem nutricional, além de possuírem altos teores de ácidos graxos *trans*, também possuem valores elevados de ácidos graxos saturados. Os valores encontrados variaram de 1,97 a 7,44 g de gordura saturada por 100 g de amostra. A marca “G” apresentou na amostra bolacha de chocolate o valor de 3,63 gramas de gorduras *trans* e 4,98 de gordura saturada em 100 g, ambos os valores são altos. A marca “I” na amostra bolacha recheada de chocolate e coco obteve 5,21 g de gorduras *trans* e 5,27 g de gorduras saturadas, totalizando 10,48 na somatória dos dois tipos de gordura.

As marcas “F”, “G” e “I” tiveram valores superiores em todas as amostras em relação ao valor diário de consumo de gorduras *trans* recomendado pela OMS (2,0 g para uma dieta de 2000 calorias), no total foram 9 amostras com valores superiores a 2 g, totalizando 60% do total das bolachas recheadas com a indicação de *trans* na rotulagem analisadas. Os valores de gorduras *trans* entre essas marcas variaram de 2,03 a 5,21 gramas. No gráfico 2 abaixo, é representado a quantidade de bolachas recheadas que ultrapassaram o valor de 2 gramas de gordura *trans* em 100 g de amostra.



### 3.2 Bolachas wafers

Na Tabela 2 foram demonstrados os resultados de vinte e uma amostras de bolachas *wafers* com a ausência de gorduras *trans* nos rótulos e doze amostras de bolachas *wafers* com gordura *trans* na rotulagem nutricional. Os resultados de gorduras saturadas, monoinsaturada e poli-insaturada presentes nas bolachas *wafers* com alegação zero gordura *trans* nos rótulos estão descritos por 100 g e as gorduras *trans* estão descritos por porção e por 100g na Tabela 02.

Número	Marca	Sabor	Rotulagem	S(100g)	M(100g)	P(100g)	T(100g)	T (30g)	S+T (30g)
1	A	Chocolate	Zero <i>trans</i>	7,77 ± 0,47	6,27 ± 0,37	2,95 ± 0,14	0,13 ± 0,01	0,04 ± 0,00 <sup>a</sup>	2,37 ± 0,14 <sup>a</sup>
2	A	Flocos	Zero <i>trans</i>	7,60 ± 0,13	6,54 ± 0,06	2,15 ± 0,01	0,05 ± 0,00	0,01 ± 0,00 <sup>a</sup>	2,29 ± 0,04 <sup>a</sup>
3	B	Duplo Choc	Zero <i>trans</i>	7,95 ± 0,35	5,22 ± 0,20	6,05 ± 0,25	0,05 ± 0,01	0,02 ± 0,00 <sup>a</sup>	2,40 ± 0,10 <sup>a</sup>
4	B	Morango	Zero <i>trans</i>	7,24 ± 0,32	5,73 ± 0,23	9,57 ± 0,40	0,04 ± 0,01	0,01 ± 0,00 <sup>a</sup>	2,18 ± 0,09 <sup>a</sup>
5	B	Chocolate	Zero <i>trans</i>	6,45 ± 0,05	5,08 ± 0,07	8,35 ± 0,07	0,04 ± 0,00	0,01 ± 0,00 <sup>a</sup>	1,95 ± 0,01 <sup>a</sup>
6	C	Choc Branco	Zero <i>trans</i>	11,85 ± 0,20	9,17 ± 0,14	3,64 ± 0,06	0,09 ± 0,02	0,03 ± 0,00 <sup>a</sup>	3,58 ± 0,06 <sup>a</sup>
7	C	Morango	Zero <i>trans</i>	10,79 ± 0,19	8,76 ± 0,15	3,71 ± 0,05	0,07 ± 0,00	0,02 ± 0,00 <sup>a</sup>	3,26 ± 0,06 <sup>a</sup>
8	C	Limão	Zero <i>trans</i>	12,39 ± 0,30	9,76 ± 0,29	3,79 ± 0,06	0,06 ± 0,00	0,02 ± 0,00 <sup>a</sup>	3,74 ± 0,09 <sup>a</sup>
9	D	Chocolate	Zero <i>trans</i>	9,10 ± 0,33	5,79 ± 0,28	1,82 ± 0,04	0,35 ± 0,02	0,11 ± 0,01 <sup>a</sup>	2,84 ± 0,10 <sup>a</sup>
10	D	Limão	Zero <i>trans</i>	9,52 ± 0,42	5,90 ± 0,39	1,81 ± 0,04	0,37 ± 0,02	0,11 ± 0,01 <sup>a</sup>	2,97 ± 0,13 <sup>a</sup>
11	E	Chocolate	Zero <i>trans</i>	7,70 ± 0,27	5,30 ± 0,18	8,43 ± 0,36	0,06 ± 0,01	0,02 ± 0,00 <sup>a</sup>	2,33 ± 0,08 <sup>a</sup>
12	E	Limão	Zero <i>trans</i>	7,63 ± 0,03	4,93 ± 0,10	7,88 ± 0,18	0,07 ± 0,00	0,02 ± 0,00 <sup>a</sup>	2,31 ± 0,01 <sup>a</sup>
13	E	Choc Branco	Zero <i>trans</i>	9,57 ± 0,30	6,49 ± 0,20	10,01 ± 0,31	0,10 ± 0,01	0,03 ± 0,00 <sup>a</sup>	2,90 ± 0,09 <sup>a</sup>
14	F	Choc / Coco	Zero <i>trans</i>	13,73 ± 0,08	4,10 ± 0,05	10,13 ± 0,20	0,14 ± 0,00	0,04 ± 0,00 <sup>a</sup>	4,16 ± 0,02 <sup>a</sup>
15	F	Choc / Baunilha	Zero <i>trans</i>	11,17 ± 1,09	3,59 ± 0,31	9,72 ± 0,89	0,12 ± 0,01	0,03 ± 0,00 <sup>a</sup>	3,39 ± 0,33 <sup>a</sup>
16	G	Morango	Zero <i>trans</i>	9,68 ± 0,48	5,93 ± 0,36	6,91 ± 0,43	0,07 ± 0,02	0,02 ± 0,01 <sup>a</sup>	2,92 ± 0,15 <sup>a</sup>
17	G	Chocolate	Zero <i>trans</i>	8,18 ± 0,13	5,05 ± 0,11	5,77 ± 0,10	0,10 ± 0,00	0,03 ± 0,00 <sup>a</sup>	2,48 ± 0,04 <sup>a</sup>
18	G	Tripla choc	Zero <i>trans</i>	8,82 ± 0,27	5,27 ± 0,28	8,70 ± 0,31	0,05 ± 0,00	0,01 ± 0,00 <sup>a</sup>	2,06 ± 0,08 <sup>a</sup>
19	H	Morango	Zero <i>trans</i>	7,05 ± 0,13	5,32 ± 0,47	8,82 ± 0,15	0,05 ± 0,00	0,01 ± 0,00 <sup>a</sup>	2,13 ± 0,04 <sup>a</sup>
20	H	Limão	Zero <i>trans</i>	6,83 ± 0,10	4,84 ± 0,07	8,81 ± 0,11	0,05 ± 0,00	0,01 ± 0,00 <sup>a</sup>	2,07 ± 0,03 <sup>a</sup>
21	H	Chocolate	Zero <i>trans</i>	6,99 ± 0,13	5,04 ± 0,07	8,47 ± 0,12	0,05 ± 0,00	0,02 ± 0,00 <sup>a</sup>	2,11 ± 0,04 <sup>a</sup>
22	I	Chocolate	Com <i>trans</i>	5,51 ± 0,07	9,32 ± 0,21	0,24 ± 0,02	1,46 ± 0,03	0,44 ± 0,01	2,09 ± 0,01
23	I	Morango	Com <i>trans</i>	9,79 ± 0,14	8,43 ± 0,12	5,14 ± 0,09	1,91 ± 0,00	0,57 ± 0,00	3,51 ± 0,04
24	J	Morango	Com <i>trans</i>	6,93 ± 0,08	13,67 ± 0,26	5,23 ± 0,07	8,54 ± 0,00	2,56 ± 0,00	4,64 ± 0,02
25	J	Chocolate	Com <i>trans</i>	4,16 ± 0,36	7,91 ± 0,56	2,66 ± 0,04	1,49 ± 0,11	1,44 ± 0,13	2,69 ± 0,23
26	J	Choc / leite	Com <i>trans</i>	5,29 ± 0,02	10,22 ± 0,23	0,65 ± 0,47	6,80 ± 0,30	1,99 ± 0,05	3,57 ± 0,05
27	K	Choc / amend	Com <i>trans</i>	3,72 ± 0,29	8,95 ± 0,75	1,75 ± 0,10	3,63 ± 0,28	1,09 ± 0,08	2,20 ± 0,17
28	K	Amendoin	Com <i>trans</i>	4,09 ± 0,16	10,13 ± 0,57	1,92 ± 0,05	3,43 ± 0,11	1,03 ± 0,03	2,26 ± 0,04
29	L	Chocolate branco	Com <i>trans</i>	8,58 ± 0,08	6,97 ± 0,24	2,66 ± 0,04	1,49 ± 0,11	0,45 ± 0,03	3,02 ± 0,03
30	L	Doce de leite	Com <i>trans</i>	7,77 ± 0,03	6,79 ± 0,10	2,95 ± 0,04	0,24 ± 0,01	0,07 ± 0,00	2,40 ± 0,01
31	L	Chocolate	Com <i>trans</i>	8,18 ± 0,35	5,75 ± 0,16	2,88 ± 0,07	0,71 ± 0,03	0,21 ± 0,01	2,66 ± 0,11
32	L	Morango	Com <i>trans</i>	7,38 ± 0,18	6,15 ± 0,18	4,00 ± 0,02	1,61 ± 0,06	0,48 ± 0,02	2,10 ± 0,04
33	L	Limão	Com <i>trans</i>	7,76 ± 0,35	6,12 ± 0,33	4,23 ± 0,21	0,06 ± 0,01	0,01 ± 0,01	2,38 ± 0,11

Letras de A até L representam as marcas das bolachas wafers; S: Gordura saturada; M: Gordura monoinsaturada; P: Gordura poli-insaturada; T: Gordura *trans*; S+T: A soma de gordura saturada e *trans*. A letra "a" significa que as amostras obedecem à legislação, e na letra "b" as amostras estão em desacordo com a legislação (p valor < 0,01). \* Os resultados estão expressos em Média ± Desvio Padrão das análises em triplicata.

Tabela 2: Determinação da gordura saturada, insaturada e trans presente em bolachas wafers com a alegação de “zero trans” e com presença de transna rotulagem nutricional

### 3.2.1 Bolachas wafers com alegação zero gordura trans na rotulagem nutricional

Na Tabela 2 é possível destacar que, nas amostras de bolachas wafers com a alegação de “zero trans” ocorreu o mesmo que nas amostras de bolachas recheadas com “zero trans”, todas as amostras continham grandes quantidades de gordura saturada. Os valores encontrados nas amostras de bolachas wafers variaram entre 6,45 e 13,73 g por 100 g, isso pode ocorrer porque, ao retirar dos ingredientes a gordura parcialmente hidrogenada, pode-se usar como substituto a gordura vegetal e esse tipo de gordura pode possuir bastante gordura saturada.

Quase todas as amostras (com exceção das amostras 09 e 10) estão de acordo com a RDC 54 no quesito valores iguais ou inferiores a 0,1 gramas de ácidos graxos *trans* por porção. Através dos cálculos estatísticos foi constatado que todas as amostras estão em acordo com a legislação vigente no quesito gordura *trans* ≤ 0,1 g por porção (p valor < 0,01).

A soma de ácidos graxos saturados e *trans* de todas as amostras analisadas de bolachas wafers foi elevada, variando de 1,95 a 4,16 g por porção. Estatisticamente, todas as amostras também estão em desacordo com a RDC 54 no quesito somatória de gordura saturada e *trans* (p valor < 0,01).

Assim, de acordo com a RDC 54, nenhuma marca poderia realizar a alegação de “zero trans”, pois todas as amostras ultrapassaram o limite de 1,5 g de soma de ácidos graxos *trans* e saturados. Esses resultados demonstram que, apesar desses alimentos

não possuírem valores altos de ácidos graxos *trans*, são alimentos não saudáveis, por possuírem valores altos de gordura saturada em sua composição.

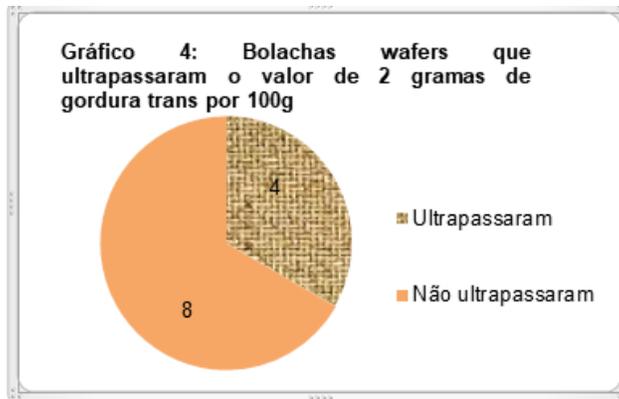
### 3.2.2 *Bolachas wafers com a presença de ácidos graxos na rotulagem nutricional*

Em quase todas as marcas de bolachas *wafers* com *trans* na rotulagem apresentadas na Tabela 2 foram encontrados valores significativos de ácidos graxos *trans* em apenas uma porção, dados preocupantes, pois se deve considerar que o consumidor pode ingerir muito mais do que a porção; por exemplo, existem casos de pessoas que consomem um pacote inteiro em apenas uma refeição.

A marca “J” no sabor morango obteve valor 2,56 gramas de ácidos graxos *trans* em apenas 30 g de alimento e em 100 gramas apresentou teor de 8,54 g de gordura *trans*. Outro exemplo é o sabor chocolate com leite da mesma marca que obteve valor de 1,99 g de gorduras *trans* por porção e em 100 g apresentou o valor de 6,80 g. Esses resultados estão de acordo com Pinto *et al.* (2016) que encontraram altos teores de gorduras *trans* em bolachas *wafers*. O estudo apresentou em uma amostra de bolacha *wafers* sabor morango o valor de 1,90 gramas de ácidos graxos *trans* por porção. Os resultados das bolachas *wafers* no presente estudo, além de apresentarem elevados teores de gorduras *trans*, também apresentam altos valores de gordura saturada. Os valores encontrados variaram de 3,72 a 9,79 g por 100 g.

Hissanaga-Himmelstein *et al* (2014) analisaram 9 tipos de biscoitos e 3 tipos de pães. A partir dos resultados obtidos, confirmou-se que as bolachas *wafers* foram as que apresentaram maiores quantidades de gorduras *trans* em 100 g de amostra, com a média de 10,76.

Na Tabela 2, a marca “K” obteve nas duas amostras analisadas valores elevados de ácidos graxos *trans*, 3,63 g/100g na bolacha *wafers* sabor chocolate com amendoim e 3,43 g/100g na bolacha de amendoim. Várias marcas de bolachas *wafers* demonstradas nessa tabela alcançaram valores próximos ao valor máximo por dia recomendado pela OMS (2 g de gorduras *trans* em cima de uma dieta de 2000 calorias) ou superiores a esse valor, em 100 g de amostra. No gráfico 4 abaixo, é representado a quantidade de bolachas *wafers* que ultrapassaram o valor de 2 gramas de gordura *trans* em 100g de amostra.



## 4 | CONCLUSÕES

As bolachas recheadas e as bolachas *wafers* apresentaram elevados teores de gorduras totais e de gordura saturada. Das vinte e sete amostras de bolachas analisadas contendo gordura *trans* nos rótulos, nove bolachas recheadas e quatro bolachas *wafers* possuíam em 100 g de amostra mais de 2 g de ácidos graxos *trans*, sendo esse valor superior ao máximo recomendado de ingestão de gordura *trans* pela OMS para uma dieta de 2.000 calorias.

Trinta e sete amostras de bolachas recheadas e *wafers* analisadas com a alegação de “zero *trans*” na rotulagem foram possíveis identificar que, embora estejam em conformidade com a RDC 54 no quesito máximo de 0,1 g de gordura *trans* por porção, as mesmas continham elevada quantidade de gordura saturada. Doze amostras de bolachas recheadas e vinte e uma de bolachas *wafers* com a ausência de gorduras *trans* na rotulagem não poderiam apresentar a alegação de “zero *trans*”, pois ultrapassaram o limite do máximo de somatória de 1,5 g de *trans* mais saturados, preconizado pela RDC54; estando, portanto, em desacordo com a legislação vigente.

Em vista dos resultados obtidos, é importante que haja fiscalizações periódicas e efetivas pelos órgãos competentes para verificar a adequação dos produtos à legislação vigente. Além do mais é de fundamental importância a mudança na legislação, visando à proibição da gordura *trans* nos alimentos industrializados.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN HEART ASSOCIATION. **Trans fat**. Disponível em: <<https://healthyforgood.heart.org/Eat-smart/Articles/Trans-Fat>> Acesso em: 28 de maio de 2017 as 18h25min. 2017

AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official methods and recommended practices of the AOCS**. 15. Ed. Champaign, 2004d. p. 1-2 (Official method Ce 1h-05- Determination of *cis*-, *trans*-, saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids in vegetable or non- ruminant animal oils and fats by capillary GLC)

ANGEL, S. Y. et al. Change in trans fatty acid content of fast-food purchases associated with New York City's restaurant regulation: a pre-post study. **Anm Intern Med.** New York, v. 157, n. 2, p. 81-86, 2013.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis, Arlington, Official Method. n. 996.06, cap. 41, p. 20-24 A, 2002.

BOTTAN, Tatiane. **Avaliação dos teores de ácidos graxos trans em alimentos comercializados na cidade de São Paulo.** Dissertação (Dissertação apresentada para o programa de pós-graduação em Nutrição em Saúde pública para a obtenção de grau de Mestre em Ciências) Universidade de São Paulo, Brasil, 2009.

BRANDT, Erike J; MAYERSON, Rebecca; PERRAILLON, Marcelo Coca. Hospital Admissions for Myocardial Infarction and Stroke Before and After the Trans-Fatty Acid Restrictions in New York. **Jama cardiol**, USA, v. 2, n. 6, p. 627-634, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012:** aprova regulamento técnico sobre Informação Nutricional Complementar, nos termos do Anexo desta Resolução. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, de 12 nov. 2012.

DOELL *et al.* Updated estimate of *trans* fat intake by the US population. **Food addit Contam A.** USA, n. 29. p. 861-864. 2012.

FDA (Food and drug administracion). FDA Cuts Trans Fat in Processed Foods. Disponível: <https://www.fda.gov/ForConsumers/ConsumerUpdates/ucm372915.htm> Acesso em 5 de Junho de 2017 às 17:35. 2017

GAGLIARDI, Ana Carolina Moron; MANCINI FILHO, Jorge; SANTOS, Raul D. Perfil nutricional de alimentos com alegação de zero gordura *trans*. **Rev. Assoc. Med. Bras.** São Paulo, v. 55, n. 1, p. 50-53, 2009.

GAZZOLA, Jussara; DEPIN, Muriel Hamilton. Associação entre consumo de gordura *trans* e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV). **R. Eletr. de Extensão.** Florianópolis, v. 12, n.20, p.90-102, 2015.

HISSANAGA-HIMESTEIN, Vanessa Martins; OLIVEIRA, Mateus Santaella; Vivaz; SILVEIRA, Bruna Maria; CHICA; David Alejandro Gonzaléz; PROENÇA, Rossana Pacheco da Costa. Comparison between experimentally determined total, saturated and *trans* fat levels and levels reported on the labels of cookies and bread sold in Brazil. **Journal of Food and Nutrition Research.** Brasil, Res. v.2, n. 12, p. 906- 913, 2014

HISSANAGA, Vanessa Martins; PROENÇA, Rossana Pacheco da Costa; BLOCK, Jane Mara. Ácidos graxos *trans* em produtos alimentícios brasileiros: uma revisão sobre aspectos relacionados à saúde e à rotulagem nutricional. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 517-530, Aug. 2012.

NASCIMENTO *et al.* Associação do consumo de gordura trans e doenças cardiovasculares: Uma questão de saúde pública. **Acta Tecnológica.** v. 1, p. 78–88, 2013

PINTO, Ana Luisa Daiber; MIRANDA, Tânia Lucia Santos; Ferraz, Vany Perpétua; Athayde, Daniel Dornellas; Salum, Adriane. Determinação e verificação de como a gordura *trans* é notificada nos rótulos de alimentos, em especial naqueles expressos “0% gordura trans”. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 19, v.19, 2016.

SOUZA; *et al.* Intake of saturated and *trans* unsaturated fatty acids and risk of all cause mortality, cardiovascular disease and type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of observational studies. **British Medical Journal**. British, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZACION. **Replace trans-fat free by 2023**. Disponível em: <<https://www.who.int/nutrition/topics/replace-transfat>>. Acesso em: 13 de fevereiro de 2019 às 02:20.

# CAPÍTULO 16

## UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE LINHAÇA (*LINUM USITATISSIMUM L.*) EM LINGUIÇA DE OVINO

Data de aceite: 01/07/2020

Data de submissão: 20/05/2020

### **Lucas Cerqueira Machado Dias**

Universidade Federal de Pernambuco,  
Centro de Tecnologia e Geociências (CTG),  
Departamento de Engenharia Química (DEQ)  
Recife – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/0503433071292128>

### **Natália Martins dos Santos do Vale**

Universidade Federal de Pernambuco,  
Centro de Tecnologia e Geociências (CTG),  
Departamento de Engenharia Química (DEQ)  
Recife – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/0470515143711409>

### **Paulo Cezar Almeida Santos**

Universidade Federal de Pernambuco,  
Centro de Tecnologia e Geociências (CTG),  
Departamento de Engenharia Química (DEQ)  
Recife – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/3399019124564796>

### **João Henrique Cavalcante de Góes**

Universidade Federal de Pernambuco,  
Centro de Tecnologia e Geociências (CTG),  
Departamento de Engenharia Química (DEQ)  
Recife – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/4896524516895730>

### **José Diego Nemesio Beltrão**

Universidade Federal de Pernambuco,  
Centro de Tecnologia e Geociências (CTG),  
Departamento de Engenharia Química (DEQ)  
Recife – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/1228388797080827>

### **Henrique Farias de Oliveira**

Universidade Federal de Pernambuco,  
Centro de Tecnologia e Geociências (CTG),  
Departamento de Engenharia Química (DEQ)  
Recife – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/6107795913147389>

### **Almir Carlos de Souza Júnior**

Universidade Federal de Pernambuco,  
Centro de Tecnologia e Geociências (CTG),  
Departamento de Engenharia Química (DEQ)  
Recife – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/6893574238925359>

### **Márcia Monteiro dos Santos**

Universidade Federal de Pernambuco,  
Centro de Tecnologia e Geociências (CTG),  
Departamento de Engenharia Química (DEQ)  
Recife – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/9677116799612337>

### **Neila Mello dos Santos Cortez**

Universidade Federal de Pernambuco,  
Centro de Tecnologia e Geociências (CTG),  
Departamento de Engenharia Química (DEQ)  
Recife – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/1731659230186123>

### **Graciliane Nobre da Cruz Ximenes**

Universidade Federal de Pernambuco,  
Centro de Tecnologia e Geociências (CTG),  
Departamento de Engenharia Química (DEQ)  
Recife – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/2099703477322955>

### **Marina Maria Barbosa de Oliveira**

Universidade Federal de Pernambuco,  
Departamento de Ciências Farmacêuticas  
Recife – Pernambuco  
<http://lattes.cnpq.br/6646422672223637>

**RESUMO:** A busca por uma alimentação mais saudável vem crescendo muito e o consumo regular de fibras alimentares vem sendo bastante recomendado pelos nutricionistas devido aos principais benefícios das mesmas. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver linguiça utilizando carne ovina com e sem fibra e avaliar sua composição físico-química e sensorial. No desenvolvimento dos produtos, foram elaboradas duas amostras, uma com farinha de linhaça e outra sem farinha de linhaça. Em seguida, foram realizadas análises físico-químicas (pH, lipídeos, cinzas, umidade e proteínas) e sensoriais (teste de aceitação e intenção de compra) nas amostras. Os resultados físico-químicos da amostra com farinha de linhaça se encontraram dentro do padrão determinado pela legislação com média de 67,6% de Umidade, 2,3% de Cinzas, 16,7% de Proteína e 10,5% de Gordura, indicando boas condições para consumo. Entretanto, a linguiça com adição de fibra não foi a melhor aceita sensorialmente, obtendo média significativa de maior aceitabilidade e intenção de compras na qual não continha fibras. Conclui-se então que a amostra melhor aceita foi a sem adição de fibra, o que provavelmente ocorreu pelas características sensoriais menos comuns dadas pela mesma.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise físico-química, análise sensorial, inovação.

## USE OF FLAXSEED (LINUM USITATISSIMUM L.) FLOUR IN SHEEP'S SAUSAGE

**ABSTRACT:** The search for a healthier diet has been growing a lot and the regular consumption of dietary fiber has been highly recommended by nutritionists due to its main benefits. The present study aimed to develop sausage using sheep meat with and without fiber and to evaluate its physicochemical and sensorial composition. In the development of the products, two samples were prepared, one with flaxseed flour and the other without flaxseed flour. Subsequently, physical-chemical (pH, lipid, ash, moisture and proteins) and sensory (acceptance and intention-to-purchase test) analyses were performed on the samples. The physical and chemical results of the sample with flax flour were found within the standard determined by the legislation with an average of 67.6% of humidity, 2.3% of ash, 16.7% of protein and 10.5% of fat, indicating good conditions for consumption. However, the sausage with fiber addition was not the best sensorially accepted, obtaining a significant average of greater acceptability and intention to purchase in which it did not contain fibers. It is concluded that the best accepted sample was that without fiber addition, which probably occurred due to the less common sensory characteristics given by the same.

**KEY-WORDS:** physical-chemical analysis, sensory analysis, innovation

## 1 | INTRODUÇÃO

A ovinocultura é uma das mais antigas explorações dos animais realizada pelo homem, como forma de alimento e os cortes brasileiros de carne ovina são oferecidos nos grupos de cordeiros, borregos e ovelhas (MARTINS et al., 2013). A criação de ovinos se destaca na economia do Nordeste do Brasil, tendo em vista a alta capacidade de adaptação dos animais às condições do semiárido, e a ampla diversidade de produtos que podem ser explorados comercialmente (carne, pele, leite e derivados). Essa atividade constitui um fator de geração de renda, além de fonte de proteína na dieta alimentar da população da zona rural (GUERRA et al., 2012). Então em um cenário de longo prazo, o aumento na produção e consumo dos produtos dessa cadeia é algo que deve ocorrer no Brasil, seja por fatores como o crescimento natural da população ou pela organização desses setores para expandir seus mercados, dado o seu potencial (EMBRAPA, 2017).

A carne desses animais é bem reconhecida como uma mercadoria com odor e saber forte, sendo rejeitado pela maioria dos consumidores (ROCHA et al., 2016). A fim de melhorar a qualidade nutricional destes produtos e facilitar a aceitação no mercado, sugere-se a utilização no processamento na forma de embutidos, cozidos, defumado (BATISTA, 1999; ZAPATA, 1994).

Atualmente o consumo de carne ovina ainda é baixo, com isso a mesma tornou-se mais agradável aos consumidores devido às suas características dietéticas como maior digestibilidade e o baixo teor de colesterol. Por isso, este alimento diferencia-se em relação às carnes suína e bovina, e o seu processamento representa uma estratégia de marketing para o setor da ovinocultura, uma vez que os consumidores estão cada vez mais exigentes e preocupados com a saúde e o bem-estar físico (MINUZZI et al., 2016; MADRUGA et al., 2005).

Neste contexto, é preciso desenvolver produtos para que atenda a tendência de consumo dos consumidores que optam por produtos práticos, saudáveis, convenientes, saborosos (BONFIM et al., 2015; FERNANDES, 2015). Com isso, adicionar proteína texturizada de soja está sendo cada vez mais utilizado como aditivo para as indústrias de alimentos para melhorar o valor nutricional do produto (MARCINKOWSKI, 2006) e algumas fibras, como a linhaça.

A linhaça (*Linum usitatissimum L.*) é uma semente rica em ácidos graxos  $\omega$ -3, apresentando também quantidades elevadas de fibras, proteínas e compostos fenólicos. Duas variedades utilizadas para consumo humano são conhecidas, a linhaça marrom e a linhaça dourada, semelhantes em sua composição química (BARROSO et al., 2014; WU et al., 2019).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi adicionar farinha de linhaça e proteína texturizada de soja em embutidos de carnes ovinas, avaliando-se as características físico-químicas e sensoriais do produto final.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O processamento e as análises físico-químicas e sensoriais foram realizadas no laboratório de Produtos de Origem Animal (Carnes) da Universidade Federal de Pernambuco UFPE).

### 2.1 Matéria-prima e formulação

As matérias-primas foram adquiridas no comércio local de Recife, Pernambuco e elaboradas conforme descrito na Tabela 1. O envoltório natural bovino para embutir os produtos foram fornecidos por empresas especializadas.

A Tabela 1 apresenta as formulações da carne ovina com fibra e sem fibra, respectivamente.

Ingredientes	Formulação sem fibra (g/%)	Formulação com fibra (g/%)
Carne Ovina	60,0	60,0
Toucinho Suíno	15,0	15,0
Água Gelada	13,5	13,5
Sal refinado comum	1,5	1,5
Alho	2,5	2,5
Farinha de linhaça	0,0	5,0
Proteína Texturizada de Soja	2,5	2,5

Tabela 1 – Formulação da linguiça ovina com fibra e sem fibra

### 2.2 Processamento da Linguiça Ovina

A carne foi descongelada, retirada o excesso de gorduras e desossada (MADRUGA et al., 2007). Em seguida, as carnes foram moídas em um moedor e misturadas com os componentes adicionais manualmente. Posteriormente, a massa foi colocada em geladeira ( $\pm 4$  °C) por 48 h para o efeito da cura. Com o auxílio da embutideira e tripas naturais a linguiça foi obtida e partir dela armazenas sob-refrigeração para realização das análises desejadas.

### 2.3 Análises Físico-Químicas

#### 2.3.1 pH

Utilizou-se um pHmetro de bancada para medição previamente calibrado com soluções tampões 4 e 7. Em um béquer, colocou-se aproximadamente 50g de amostra e introduziu-se o eletrodo do aparelho de medição. Aguardou-se a estabilização do

equipamento e leu-se a resposta (IAL, 1985).

### 2.3.2 Umidade

Pesou-se 1,0 a 1,5g de amostra em cadinho de porcelana previamente tarado. Aqueceu-se e estufa a 105°C por 6 horas aproximadamente. Esperou resfriar em dessecador até temperatura ambiente. Pesou-se novamente e repetiu a operação até peso constante (IAL, 1985). O cálculo para determinação de Umidade (%) consta na Equação (1)

$$\text{Umidade (\%)} = \frac{100xN}{P} \quad (1)$$

N = n° em gramas de umidade (perda da amostra) P = n° em gramas de amostra

### 2.3.3 Lipídios

O método utilizado para extração das gorduras foi uma adaptação de Bligh-Dyer, um processo de determinação de lipídeo à frio. De início, pesou-se 3,0 a 3,5g de amostra, homogeneizou-se macerando e transferiu-se para um béquer. Adicionou-se 10mL de clorofórmio, 20mL de metanol e 8mL de água destilada, o béquer foi tampado hermeticamente com vidro relógio e submetido agitação por 30 minutos. Posteriormente adicionou-se mais 10mL de clorofórmio e 10mL de solução de sulfato de sódio 1,5%, tampou-se novamente com vidro relógio e agitou-se vagarosamente por mais 2 minutos. A solução foi transferida para uma proveta por tempo suficiente para haver separações de camadas e com o auxílio de uma pipeta descartada a camada superior. O material então foi filtrado por um papel filtro num funil de vidro, após separação e clarificação mediu-se 5mL e transferiu-se para um béquer de 50mL previamente pesado e tarado. A solução restante foi levada para uma chapa aquecedora e esperou-se a evaporação do solvente. Resfriou-se em dessecador até temperatura ambiente e pesou-se (IAL, 1985). O cálculo para a determinação de Lipídeos (%) está descrito na Equação (2).

$$\text{Lipídios totais (\%)} = \frac{P \times 4 \times 100}{Pa} \quad (2)$$

Onde: Pa = peso da amostra P = peso dos lipídios (g)

### 2.3.4 Proteínas

A análise de proteína foi realizada no aparelho de Micro Kjeldhal. Primeiramente na etapa de digestão, aqueceu-se a amostra em bloco digestor até atingir 400°C e desligou-se quando a amostra atingiu coloração azul-esverdeada por conta do indicador, o tubo foi retirado apenas quando atingiu a temperatura ambiente. Em seguida, na etapa da destilação, adicionou-se 40mL da solução digerida + 5 gotas de alaranjado de metila + 60mL de ácido bórico no tubo de micro Kjeldhal ao destilador aquecido até que o conteúdo mudasse totalmente de cor. Adicionou-se hidróxido de sódio até a viragem do indicador

fenolftaleína. Coletou-se 20mL do destilado e prosseguiu-se para a etapa da titulação, onde titulou-se com ácido clorídrico 0,1N até a viragem do indicador fenolftaleína (IAL, 1985). O cálculo para a determinação de Proteína (%) encontra-se na Equação (3).

$$Proteína (\%) = \frac{0,14xfxV}{P} \quad (3)$$

Sendo: V = volume de ácido sulfúrico gasto na titulação; P = n° de grama da amostra  
f = fator de conversão

### 2.3.5 Cinzas

Pesou-se aproximadamente 1,0 a 1,5g de amostra em uma capsula de metal, previamente aquecida, em mufla à 550°C até que a amostra ficasse completamente esbranquiçada por aproximadamente 6 horas. Resfriou-se em dessecador até temperatura ambiente. Pesou-se e repetiu-se a operação até peso constante (IAL, 1985). O cálculo para determinação de Cinzas (%) está descrita na Equação (4).

$$Cinzas (\%) = \frac{100xN}{P} \quad (4)$$

N = n° em gramas de cinzas

P = n° em gramas de amostra

### 2.3.6 Carboidratos

Após a obtenção de todas as determinações e concentrações em porcentagens dos componentes que estão presentes na composição centesimal, fez um cálculo no Software Excel, somando todos os componentes e subtraindo de 100% do total (IAL, 1985). Sua determinação é feita a partir da equação a seguir: (Equação 5).

$$Carboidrato (\%) = (Proteínas (\%) + Umidade (\%) + Lipídeos (\%)) - 100\% \quad (5)$$

## 2.4 Análise Sensorial

A análise sensorial das amostras foi realizada com a participação de provadores não treinados com variação de idade e sexo. Antes de cada teste, os mesmos receberam orientação do método e procedimento da avaliação. Para todos os testes as amostras foram submetidas a aquecimento por 45 minutos em temperatura de 250 a 300°C, estas então foram devidamente identificadas e servidas aos provadores.

### 2.4.1 Teste de Aceitabilidade

Analisou-se teste de aceitabilidade para linguiça ovina sem e com fibra, utilizando a escala hedônica estruturada de 7 pontos, entre (7) gostei muitíssimo e (1) desgostei

muitíssimo.

#### 2.4.2 Teste de Intenção de Compra

Analisou-se teste de Intenção de compra da linguiça ovina sem fibra e com fibra através de uma escala estruturada de 5 pontos, oscilando de (1) certamente compraria a (5) certamente não compraria.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Análises Físico-Químicas

Os resultados das análises físico-químicas para o produto de carne ovina podem ser observados na Tabela 2.

Parâmetros	Linguiça sem fibra	Linguiça com fibra
Umidade (%)	68,28 ± 0,00	67,60 ± 0,03
Cinzas (%)	2,43 ± 0,00	2,35 ± 0,00
Carboidrato (%)	2,13 ± 0,00	2,81 ± 0,00
Lipídios (%)	10,72 ± 0,00	10,50 ± 0,00
Proteína (%)	16,43 ± 0,00	16,74 ± 0,09
pH (%)	6,18 ± 0,01	6,18 ± 0,02
Valor Calórico (Kcal)	170,75	172,70

Tabela 2 – Parâmetros Físico-Químicos para as formulações de Carne Ovina.

Como pode-se observar na Tabela 2, na determinação de umidade as amostras com e sem fibra não diferiram entre si, sendo 68,30 % com fibras e 67,60% sem fibras, próximos aos valores encontrados por Duarte et al., (2007), com média 68,88%.

Na análise de cinzas, suas porcentagens foram também próximas, mostrando que a baixa concentração de farinha de linhaça não influenciou na matéria inorgânica, sendo estes resultados obtidos semelhantes à outros encontrados na literatura, ou seja, próximos de 2,0% (SOUZA et al., 2002).

As amostras de linguiça apresentam teores de lipídeos semelhantes entre si, indicando que a quantidade de gordura presente na farinha de linhaça, ao adicionar em pequenas quantidades, não reduz significativamente o teor de lipídeos no alimento final. Os valores foram coerentes quando comparados a outros trabalhos com média de 10,93% (DUARTE et al., 2007).

Em relação à proteína, a linguiça ovina com fibra obteve média de 16,4%, enquanto a linguiça sem fibras obteve média de 16,70%, apresentando pouca diferença entre si, indicando que a adição de fibras na linguiça não influencia no teor de proteína. Os resultados também não diferiram com os valores encontrados por Duarte et al. (2007), média de 13,77% de proteína em linguiça caprina.

Em relação às fibras, o percentual de carboidratos encontrados em ambas as amostras também não diferiu entre si, uma vez que o percentual de fibra está incluso no percentual de carboidratos, ao se completarem as análises de composição centesimal do alimento (UNICAMP, 2011). De acordo com a literatura a quantidade de carboidrato em uma carne ovina *in natura* encontra-se aproximadamente entre 0,5 a 1%.

Por fim, os valores de pH medido nas amostras estão de acordo com o valor entre 5 e 6 da literatura (PINHEIRO et al., 2008), o que implica dizer que todas as amostras estavam em boas condições, pois a partir da alteração do pH pode-se identificar algumas contaminações provenientes de micro-organismos.

Segundo a Legislação Brasileira que regulamenta os padrões de Identidade e Qualidade de Linguiça, o teor máximo para umidade é de 70%, gordura de 30% e o mínimo de proteína de 12% (BRASIL, 2000). Com isso, todos os dados das formulações apresentados seguem de acordo com a Legislação. Observa-se também que com adição de fibras houve uma pequena redução de lipídios e um aumento no teor de gorduras.

### 3.2 Análise Sensorial

A Tabela 3 apresenta o resultado da análise sensorial e a intenção de compra das amostras.

PRODUTOS	AROMA	COR	SABOR	TEXTURA	IMPRESSÃO GLOBAL	INTENÇÃO DE COMPRA
SEM FIBRA	5,13±1,23a	4,29±1,14a	5,39±1,13a	5,31±0,96a	5,08±0,75a	3,03±3,03b
COM FIBRA	4,92±1,12a	3,65±1,26b	4,71±1,14b	4,97±1,32a	4,50±1,16b	2,45±0,92a

Tabela 3 – Análise sensorial das diferentes formulações das linguiças.

Médias seguidas de letras iguais na vertical não diferem significativamente ao nível de 5% de significância pelo teste “t” de student.

O grau de aceitabilidade de um alimento para os consumidores é ligado por diversos fatores inerentes ao próprio indivíduo e ao meio externo que o circula. A preferência a um produto pode ser dada pelos hábitos e padrões culturais, além da sensibilidade individual, idade, a higiene, o local de consumo, o tipo e o número de acompanhantes, entre outros aspectos.

De acordo com os dados da Tabela 3, o aroma foi influenciado pela adição de farinha de linhaça presente na amostra, contribuindo para acentuar um aroma mais forte e característico.

A cor diferiu significativamente entre as amostras, sendo a sem fibra a de maior aceitação, obtendo uma coloração mais característica da carne natura ovina, o que pode ter levado a uma confusão visual em relação ao tipo da carne aos provadores.

Paralelo a isso, no quesito sabor, a amostra com menor média foi a com fibra cujo apresenta menor teor de gordura e umidade, características principais que agregam suculência à carne, mostrando a importância desses fatores para uma melhor aceitação do produto (EMBRAPA, 2017).

Para a impressão global pode-se analisar uma diferença significativa para ambas as amostras, causada pela adição da fibra, responsável por tornar o sabor e aroma mais fortes e menos comuns aos provadores, além de textura diferenciada pouco comum, que mesmo apresentando maiores vantagens nutricionais, podem ter colaborado para a menor aceitação da amostra com fibra, já que esses atributos mencionados influenciam diretamente na reação do consumidor ser positiva ou não sobre o hambúrguer. No entanto, esses atributos podem variar de acordo com a idade, sexo e raça dos animais (SAÑUDO et al., 2000). Bolger et al. (2018) também apresentou variações na textura ao utilizar óleo de linhaça em linguiça de frango. Ghafouri-Oskuei et al. (2020) testando 0%, 3% e 6% de semente de linhaça em pó não obteve efeitos nos parâmetros de avaliação sensorial em linguiças adicionadas com mais de 3% desta farinha.

Por fim, em relação à intenção de compra, como previsto segundo as avaliações de aceitação, foi maior para amostra sem fibra, indicada pela diferença significativa mostrado na Tabela 3.

## 4 | CONCLUSÕES

Diante dos resultados encontrados, a linguiça ovina com adição de 5% de farinha de linhaça conseguiu atingir todos os critérios da Legislação em relação às características físico-químicas. Pode-se concluir também, que o produto oferece boas perspectivas de consumo com resultados benéficos à saúde do consumidor, principalmente pelo aumento do teor de proteínas e diminuição dos lipídeos. Entretanto, apesar disso, a linguiça ovina com adição de 5% de fibra não obteve uma aceitabilidade sensorial desejada entre os provadores, cuja de maior preferência foi a amostra sem fibra, observado pelos resultados da impressão global e intenção de compra.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Engenharia Química, Ao Laboratório de Produtos de Origem Animal (Carnes), À Pró-Reitoria de

Extensão e Cultura da UFPE e À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE).

## REFERÊNCIAS

BARROSO, A. K. M.; TORRES, A. G.; CASTELO-BRANCO, V. N.; FERREIRA, A.; FINOTELLI, P. V.; FREITAS, S. P.; ROCHA-LEÃO, M. H. M.; **Linhaça marrom e dourada: propriedades químicas e funcionais das sementes e dos óleos prensados a frio.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, n.1, p.181-187, jan, 2014.

BATISTA, A. S. M. **Estudo da elaboração e estabilidade de um embutido cru reestruturado tipo hambúrguer a base de caprinos de descarte.** (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza., 1999.

BOLGER, Z.; BRUNTON, N. P.; MONAHAN, F. J.; **Impact of inclusion of flaxseed oil (pre-emulsified or encapsulated) on the physical characteristics of chicken sausages.** *Journal of Food Engineering*. n. 230, p. 39-48, 2018.

BONFIM, R. C., MACHADO, J. S., MATHIAS, S. P., ROSENTHAL, A. **Aplicação de transglutaminas e microbiana em produtos cárneos processados com teor reduzido de sódio.** *Ciência Rural*. v. 45, n. 6, p. 1133-1138, 2015.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000. **Regulamento Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, e de Linguiça e de Salsicha, em Conformidade com os anexos desta Instrução Normativa.** *Publicada*. Disponível em:<[http://www.lex.com.br/doc\\_20302\\_INSTRUCAO\\_NORMATIVA\\_N\\_4\\_DE\\_31\\_DE\\_MARCO\\_DE\\_2000.aspx](http://www.lex.com.br/doc_20302_INSTRUCAO_NORMATIVA_N_4_DE_31_DE_MARCO_DE_2000.aspx)>. Acesso em 15/12/2017.

DUARTE, T. F.; DIAS, R. P.; MADRUGA, M. S.; CARRUTI, D. dos S.; MORAES, G. M. D. de; LINHARES, F. **Utilização de carne caprina de animais de descarte na elaboração de linguiça tipo “frescal”.** In: Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte, III., 2007, João Pessoa, Paraíba. Anais eletrônicos. João Pessoa, 2007.

EMBRAPA. **Estudo aponta tendências para caprino cultura e ovinocultura nos cenários nacional e internacional.** Disponível em: <<http://www.normaseregras.com/normas-abnt/referencias/>>. Acesso em: 14 de dez. 2017.

FERNANDES, R. P. P. Uso de extratos antioxidantes naturais obtidos de ervas aromáticas na elaboração de produtos à base de carne ovina. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo, Pirassununga. 2015.

GUERRA, I. C. D.; MEIRELES, B. R. L. de A.; FÉLEX, S. S. dos S.; CONCEIÇÃO, M. L.; SOUZA, E. L. de; BENEVIDES, S. D.; MADRUGA, M. S. **Carne de ovinos de descarte na elaboração de mortadelas com diferentes teores de gordura suína.** *Ciência Rural*. V. 42, n.12., 2012.

GHAFOURI-OSKUEI, H.; JAVADI, A.; REZA, M.; ASL, R. S.; AZADMARD-DAMIRCHI, S.; ARMIN, M.; **Quality properties of sausage incorporated with flaxseed and tomato powders.** *Meat Science*, n. 161, 107957, 2020.

Instituto Adolfo Lutz- (IAL). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** v.1, 3.ed., São Paulo, 1985.

MADRUGA, M. S., Sousa, W. H., Mendes, E. M. S., Brito, E. A. **Processamento de carnes caprina e ovina: alternativas para aumentar o valor agregado do produto.** In: *Emepa*. Documentos, 44. Caprinos e ovinos: produção e processamento. João Pessoa, 2005. p.107-135.

MADRUGA, M. S., Sousa, W. H., Mendes, E. M. S., Brito, E. A. **Carnes caprina e ovina processamento e fabricação de produtos derivados.** Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária. v. 1 n. 2. p. 61-67. 2007.

MARCINKOWSKI, Emmanuelle Almeida. **Estudo da cinética de secagem, curva de sorção e predição de propriedades termodinâmicas de proteína texturizada de soja.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MARTINS, V. N., Marchetti, M. E., Garcia, R. G. **Qualidade da carne de ovinos: depende do bem-estar do animal na produção.** Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra. v.4, n.6., p. 74-81. 2015.

MINUZZI, S. W.; GIONGO, C.; PADILHA, A. P.; ALMEIDA, V. B.; COSTA, R. J.; NALERIO, E. S. **Aceitação e intenção de compra de produto tipo bacon desenvolvido com carne ovina oveicon.** Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2016.

PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M.; FRANCISCO, C. L.; ANDRADE, E. N. **Composição química e rendimento da carne ovina in natura e assada.** Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Campinas, V. 28, n.24, p. 154-157. 2008.

ROCHA, H. C.; DICKEL, E. L.; MESSINA, S. A. **Produção de cordeiro de corte em sistema de consorciação.** (Livro). Ed. 2. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2016.

SAÑUDO, C.; ENSER, M.E.; CAMPO, M.M.; NUTE, R.G. **Fatty acid composition and sensory characteristic of lamb carcasses from Britain and Spain.** Meat Science, v.54, p.339-346, 2000.

SOUZA, X. R.; PEREZ, J. R. O.; BRESSAN, M. C.; LEMOS, A. L. da S. C.; BONAGURIO, S.; GARCIA, I. F. F. **Composição centesimal do músculo Biceps femoris de cordeiros em crescimento.** Revista Ciência Agrotécnica, edição especial, p. 1507-1513, 2002.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA – UNICAMP.** - 4. ed. rev. e ampl. -- Campinas: NEPA UNICAMP, 2011. 161 p.

WU, SHUFEN ; WANG, XIAOCHAN; QI, WEI ; GUO, QINGBIN. **Bioactive protein/peptides of flaxseed: A review.** Trends in Food Science & Technology. v. 92, 184-193, 2019.

ZAPATA, J.F.F. **Tecnologia e comercialização da carne ovina.** In: *Semana da Caprinocultura e da Ovinocultura Tropical Brasileira*. Brasília, Sobral, 1994.

## **SOBRE AS ORGANIZADORAS**

**VANESSA BORDIN VIERA** - Docente adjunta na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), bacharel e licenciada em Nutrição pelo Centro Universitário Franciscano (UNIFRA). Mestre e Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Docente no Instituto Federal do Amapá (IFAP). Editora da subárea de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Journal of bioenergy and food science. Possui experiência com o desenvolvimento de pesquisas na área de antioxidantes, desenvolvimento de novos produtos, análise sensorial e utilização de tecnologia limpas.

**JULIANA KÉSSIA BARBOSA SOARES** - Professora Adjunta do Curso de Nutrição (UFCG) - Campus Cuité. Possui graduação em Nutrição pela Universidade Federal da Paraíba (2006), Mestrado em Ciências da Nutrição pela Universidade Federal da Paraíba (2009) e Doutorado em Nutrição na Universidade Federal de Pernambuco (2012). Professora permanente do PPGCTA da UFPB e PPGCNBiotec da UFCG. Tem experiência na área de Nutrição Experimental e Neurodesenvolvimento.

**ANA CAROLINA DOS SANTOS COSTA** - Professora da Universidade Federal Rural de Pernambuco do Departamento de Tecnologia Rural no curso de Gastronomia. Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal da Paraíba (2020), Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal da Paraíba (2016), especialista em Gastronomia Saudável e Funcional pela Faculdade Método de São Paulo (2015) e Bacharel em Gastronomia e Segurança Alimentar pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2013), com área de concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Possui experiência em pesquisa em Alimentos, com ênfase em Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento de novos produtos, alimentos funcionais, análise sensorial, nutrição experimental.

## 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](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# PRÁTICA E PESQUISA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 4

 Atena  
Editora

Ano 2020



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)



[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



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



[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# PRÁTICA E PESQUISA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 4

 **Atena**  
Editora

Ano 2020